



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2020

---

## **Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbänderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen**

Lampart, M ; Knell, Sebastian ; Pozzi, Antonio

**Abstract:** Cranial cruciate ligament rupture is one of the most important diseases in canine orthopedics. Despite the frequent occurrence of the disease and the extensive literature available, there is still controversy about the best treatment method. The aim of this review article is to present a new, more specific approach to treatment selection in dogs with cranial cruciate ligament rupture. Patients are divided into different groups and particular treatment methods are then recommended according to group membership. In order to develop the treatment recommendations, the patient groups were initially defined based on criteria that are important for treatment selection, such as type of cranial cruciate ligament rupture, chronicity, degree of instability, size and weight of the patient, stage of osteoarthritis, the presence of bone deformities, concurrent medial patellar luxation or rotational instability. A detailed literature search was conducted through MEDLINE/PUBMED; CAB Abstracts, Google -Scholar and in conference proceedings abstracts from 1990-2019. Based on the available literature, treatment recommendations were developed for each patient group. These patient group-specific recommendations based on best available evidence are intended to simplify the decision-making process for treatment selection in dogs with cranial cruciate ligament disease.

DOI: <https://doi.org/10.17236/sat00261>

Other titles: A new approach to treatment selection in dogs with cruciate ligament rupture: patient-specific treatment recommendations

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-190800>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Lampart, M; Knell, Sebastian; Pozzi, Antonio (2020). Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbänderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen. Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 162(6):345-364.

DOI: <https://doi.org/10.17236/sat00261>

# Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart<sup>1</sup>, S. Knell<sup>1</sup>, A. Pozzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik für Kleintierchirurgie, Vetsuisse Fakultät, Universität Zürich, Schweiz

## Zusammenfassung

Die Ruptur des kranialen Kreuzbandes ist eine der wichtigsten orthopädischen Erkrankungen des Hundes. Trotz der Häufigkeit der Erkrankung und der umfangreichen vorhandenen Literatur, herrscht immer noch Uneinigkeit über die beste Therapiemethode. Ziel dieses Übersichtsartikels ist es daher, einen aktuellen, spezifischen Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit kranialem Kreuzbandriss vorzustellen. Hierbei werden die Patienten in verschiedene Gruppen eingeteilt, für die dann jeweils eine bestimmte Therapiemethode empfohlen wird.

Für das Erarbeiten der Behandlungsempfehlungen wurden zunächst anhand verschiedener, für die Therapieauswahl wichtiger Kriterien verschiedene Patientengruppen definiert (Typ des Kreuzbandrisses, Chronizität, Grad der Instabilität, Grösse und Gewicht des Patienten, Arthrose-Stadium, Vorhandensein von Knochendeformationen, gleichzeitige mediale Patellaluxation oder Rotationsinstabilität). Anschliessend wurde eine ausführliche Literatursuche über MEDLINE/PUBMED; CAB Abstracts, Google Scholar und in Konferenzbänden von 1990–2019 durchgeführt. Anhand der verfügbaren Literatur wurden dann Behandlungsempfehlungen für jede der Gruppen formuliert.

Diese Patientengruppen-spezifischen Empfehlungen sollen dem Kleintierpraktiker den Prozess der Entscheidungsfindung für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbandriss erleichtern.

**Schlüsselwörter:** Hund, Kreuzbanderkrankung, Behandlungsempfehlung, Tibiaosteotomien, extrakapsulärer Bandersatz

## A new approach to treatment selection in dogs with cruciate ligament rupture: patient-specific treatment recommendations

Cranial cruciate ligament rupture is one of the most important diseases in canine orthopedics. Despite the frequent occurrence of the disease and the extensive literature available, there is still controversy about the best treatment method. The aim of this review article is to present a new, more specific approach to treatment selection in dogs with cranial cruciate ligament rupture. Patients are divided into different groups and particular treatment methods are then recommended according to group membership.

In order to develop the treatment recommendations, the patient groups were initially defined based on criteria that are important for treatment selection, such as type of cranial cruciate ligament rupture, chronicity, degree of instability, size and weight of the patient, stage of osteoarthritis, the presence of bone deformities, concurrent medial patellar luxation or rotational instability. A detailed literature search was conducted through MEDLINE/PUBMED; CAB Abstracts, Google Scholar and in conference proceedings abstracts from 1990–2019. Based on the available literature, treatment recommendations were developed for each patient group. These patient group-specific recommendations based on best available evidence are intended to simplify the decision-making process for treatment selection in dogs with cranial cruciate ligament disease.

**Keywords:** cranial cruciate ligament, dog, treatment, tibial osteotomies, extracapsular stabilization

<https://doi.org/10.17236/sat00261>

Eingereicht: 28.03.2019  
Angenommen: 03.02.2020

Full English manuscript  
available online  
<https://doi.org/10.17236/sat00261>

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patienten-spezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

## Einleitung

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes (vKB) gehört zu den häufigsten Ursachen für Lahmheiten der Hintergliedmasse beim Hund.<sup>98,204</sup> Das kollagenöse, von Synovialmembran umhüllte vKB entspringt axial am lateralen Femurkondylus und setzt in der Area intercondylaris cranialis der Tibia an.<sup>6,89,208</sup> Es setzt sich aus zwei makroskopisch unterscheidbaren Faserbündeln zusammen, welche während Beugung und Streckung aufgrund ihrer leicht versetzten Ursprungs- und Ansatzpunkte unabhängig voneinander belastet werden.<sup>6,89</sup> Der kleinere, kranio mediale Anteil ist in Extension und Flexion gespannt, während der den Grossteil des Bandes ausmachende kaudolaterale Anteil in Extension gespannt, in Flexion jedoch locker ist. Das Gegenstück des vKB ist das kaudale Kreuzband, welches axial am medialen Femurkondylus entspringt und an der Area intercondylaris caudalis und der Incisura poplitea der Tibia inseriert.<sup>6,89</sup> Das vKB ist essentiell für die Stabilität des Kniegelenks.<sup>6,89,110,181,188</sup> Es beschränkt die kraniale Translation der Tibia und verhindert Hyperextension. Ausserdem trägt es gemeinsam mit dem kaudalen Kreuzband durch Einschränkung der Innenrotation zur Rotationsstabilität und in Extension auch zur Varus-Valgus-Stabilität des Knies bei.<sup>6,129</sup> Bei einer Ruptur des vKB's gleiten die Femurkondylen bei Gewichtsbelastung der betroffenen Gliedmasse geführt durch die Muskulatur auf dem nach kaudal abfallenden Tibiaplateau nach kaudodistal. Die Scherkraft, welche diese kraniale Translation der Tibia verursacht, wird als «cranial tibial thrust» bezeichnet.<sup>110,173,181</sup> Bei Entlastung der Gliedmasse rutscht die Tibia wieder zurück in ihre Ausgangsposition.<sup>110</sup> Diese Vor- und Rückwärtsbewegung der Tibia führt zu unphysiologischer Belastung des Gelenkknorpels und verursacht früher oder später Meniskusverletzungen,<sup>74,181</sup> wodurch Synovitis und Arthrose ausgelöst werden.<sup>4,19,55</sup> Damit sind die meisten vorderen Kreuzbandrisse (vKBR) nicht einfach nur ein Bänderriß, sondern vielmehr eine Erkrankung des gesamten Kniegelenks.<sup>43,136,138</sup>

Es gibt eine Vielzahl an verfügbaren Methoden zur Therapie von vKBR. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen konservativen und chirurgischen Therapiemöglichkeiten. Ziele der Behandlung sind die Wiederherstellung und langfristige Erhaltung der Gelenksfunktion, Schmerzreduktion, die Stabilisierung des Gelenks und die Behandlung von bereits bestehenden Meniskus-schäden. Durch die Behandlung soll zudem das Fortschreiten der Arthrose verlangsamt und das Auftreten von späten Meniskus-schäden reduziert werden.

In den meisten Fällen können mehrere Behandlungsmethoden erfolgreich eingesetzt werden.<sup>8,112</sup> Jedoch gibt es oft eine Technik, welche sich in Studien mit objektiver

Beurteilung des Behandlungsergebnisses bei einer bestimmten Patientengruppe als vorteilhafter erwiesen hat.<sup>20,81,114,197</sup> Ziel dieser Übersicht ist es daher, anhand der für die Entscheidungsfindung wichtigen Faktoren Chronizität, Grad der Instabilität, Grösse und Gewicht des Patienten, Arthrose-Stadium und Vorhandensein von Knochendeformationen verschiedene Patientengruppen zu definieren. Für diese werden dann anhand aktueller wissenschaftlicher Evidenz Behandlungsempfehlungen erarbeitet, mit welchen das bestmögliche Behandlungsergebnis erzielt werden kann. In diesem Artikel werden verschiedene Formen und Spezialfälle des vKBR aufgezeigt, jeweils gefolgt von spezifischen Behandlungsempfehlungen für die entsprechende Patientengruppe. Die Therapieauswahl anhand der Zugehörigkeit zu einer der Gruppen stellt eine neuen, individuelleren und im Praxisalltag anwendbaren Ansatz für die Therapieauswahl bei vKBR dar.

## Der degenerative Kreuzbandriss

Der Grossteil der vKBR (99% bei grossen und mittelgrossen Hunden) entsteht in Folge einer Degeneration des vKB ohne ein substantielles Trauma, weshalb oft nicht nur von einer Ruptur des vKB, sondern von einer Kreuzbanderkrankung gesprochen wird.<sup>79,86,145,191</sup> Grundsätzlich können alle Hunde einen degenerativen vKBR erleiden. Typischerweise sind jedoch grosse Hunde >15 kg im mittleren Alter betroffen, allen voran Rottweiler, Neufundländer, Bulldoggen, Boxer, Labrador Retriever, Bernhardiner und American Staffordshire Terrier.<sup>61,182,199,204</sup> Bei 22–54% ist die Erkrankung bilateral.<sup>22,32,39,51,56,139</sup>

Die Ursache für die Degeneration des vKB wird kontrovers diskutiert, jedoch scheint eine mechanische Überbelastung eine wichtige Rolle zu spielen.<sup>42,87,112</sup> Weitere Risikofaktoren sind eine genetische Prädisposition (bisher nachgewiesen bei Neufundländern und Boxern),<sup>10,143,201</sup> hohes Körpergewicht und niedriges Aktivitätsniveau,<sup>25,199</sup> Kastration,<sup>199,204</sup> entzündliche Prozesse im Gelenk<sup>19,55</sup> sowie die Konformation der Hintergliedmasse.<sup>83,84,95,97</sup>

Man unterscheidet zwei verschiedene Stadien der Kreuzbanderkrankung, welche fließend ineinander übergehen, sich jedoch vom akut-traumatischen vKBR unterscheiden (Abb. 1). Das früh-degenerative Stadium ist gekennzeichnet durch Synovitis, erste arthrotische Veränderungen und progressive vKB-Degeneration.<sup>19,39</sup> Es gibt jedoch noch kaum substanzielle Faserrisse, weshalb das Gelenk palpatorisch stabil ist.<sup>19,165</sup> Klinisch zeigen betroffene Hunde nur sehr subtile Symptome, wie eine intermittierende oder leichtgradige Lahmheit, unterschiedlich starken Gelenkserguss und Schmerzen

bei Palpation des Knies, insbesondere bei Extension. Auf Röntgenaufnahmen sind im Frühstadium ein Gelenkserguss und leichtgradige degenerative Veränderungen sichtbar.<sup>39</sup>

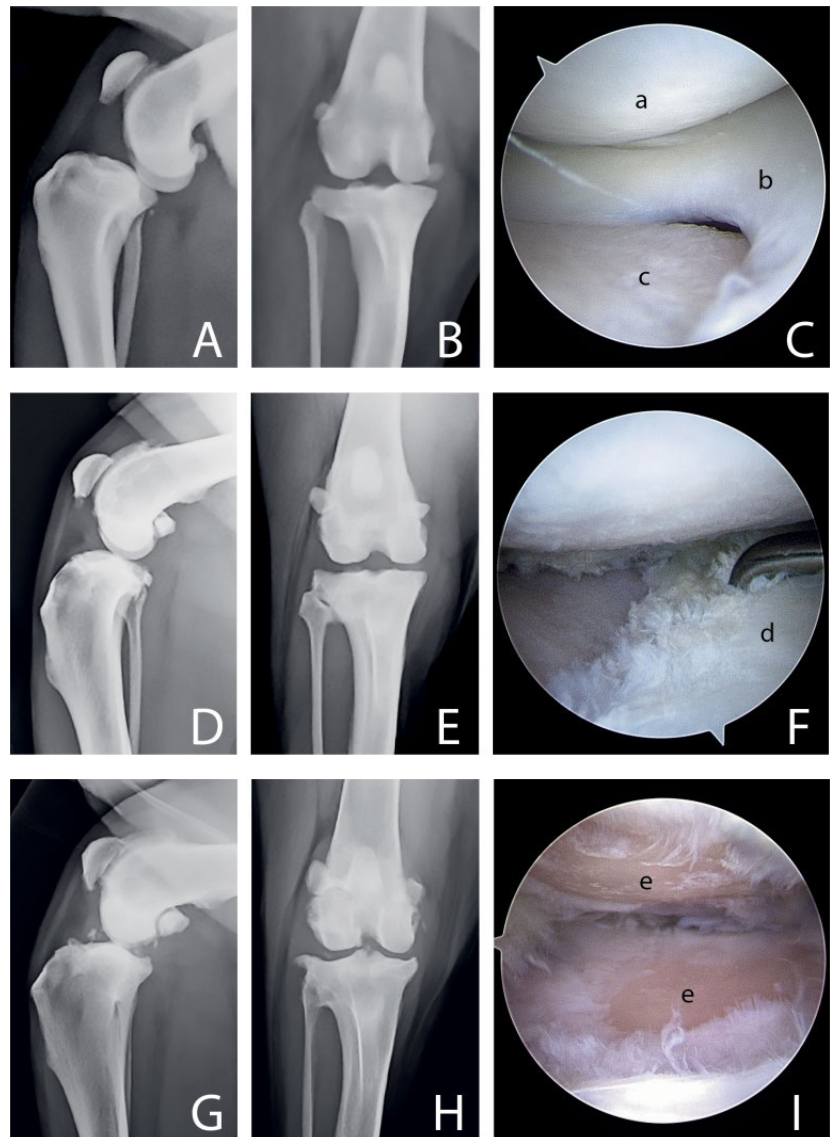
Das spät-degenerative Stadium der Erkrankung zeichnet sich durch deutliche degenerative Gelenksveränderungen, Gelenkserguss, ausgeprägte Synovitis und periartikuläre Fibrose aus.<sup>87</sup> Das zeigt sich auch offensichtlich auf Röntgenaufnahmen (Abb. 1). Klinische Symptome des Spätstadiums der Kreuzbanderkrankung sind eine nach Anstrengung verstärkte Lahmheit der Hintergliedmasse mit oder ohne Belastung des betroffenen Beines, deutlich palpierbare mediale, periartikuläre Fibrose („medial buttress“), Gelenkserguss, mehr oder weniger stark ausgeprägte Muskelatrophie sowie Schmerzen bei Manipulation des betroffenen Knies.<sup>135</sup> In einigen Fällen kann ein «Meniskus-Klick» palpirt werden. Ist das vKB grösstenteils gerissen, kommt ein positiver Schubladen- und Tibiakompressionstest hinzu und die Innenrotation des Knies ist erhöht.<sup>89,135</sup> Die Palpation dieser Instabilität kann aber aufgrund von Schmerzen und starker Muskelspannung vor allem bei grossen oder sehr nervösen Patienten schwierig sein. In solchen Fällen empfiehlt sich eine Sedation oder Narkose für eine bessere Evaluation der Gelenksinstabilität.<sup>35</sup>

Auch wenn die Diagnose vKBR klinisch zu stellen ist, sollte das betroffene Gelenk immer in zwei Ebenen geröntgt werden, um andere Pathologien auszuschliessen sowie den Tibiaplateauwinkel und die Knochenausrichtung zu evaluieren.<sup>52</sup>

## Behandlung

Der vKBR ist eine Erkrankung, die in den meisten Fällen chirurgisch therapiert werden sollte.<sup>190,206</sup> Damit wird eine schnelle Schmerzreduktion und eine rasche Rückkehr zu normaler Gliedmassenfunktion erreicht.<sup>190,206</sup> Physiotherapie sollte bei jedem Hund mit vKBR eingesetzt werden, unabhängig davon, ob er zusätzlich chirurgisch oder rein konservativ behandelt wird. Sie verbessert erwiesenermassen den Behandlungserfolg.<sup>128,130,163</sup> Durch Physiotherapie soll der Bewegungsumfang des Kniegelenks aufrechterhalten bzw. verbessert, die Oberschenkelmuskulatur aufgebaut und der kontrollierte Gebrauch der Gliedmasse sowie die Propriozeption gefördert werden.<sup>126</sup>

Die chirurgische Behandlung von Kreuzbandrissen umfasst in der Regel zunächst eine Arthroskopie oder Arthrotomie zur Evaluation und Behandlung der intraartikulären Strukturen, gefolgt von einer Stabilisierung des Kniegelenks. Es gibt verschiedenste Stabilisierungsmethoden, welche in extrakapsuläre Techniken, intrakapsuläre Techniken und Osteotomien der Tibia eingeteilt werden können. Während intra- und extra-



**Abbildung 1:** Mediolaterale und kraniokaudale Röntgenbilder des Kniegelenks mit korrespondierenden arthroskopischen Aufnahmen von drei Hunden mit verschiedenen vKBR-Typen. **A,B,C Akut-traumatischer vorderer Kreuzbandriss (vKBR):** Die Röntgenbilder zeigen eine deutliche kraniale Subluxation der Tibia und eine ausgeprägte Gelenksfüllung ohne Anzeichen für Arthrose (A, B). Das Arthroskopiebild (C) zeigt einen normalen Meniskus (b) sowie normalen Knorpel des Femurs (a), während die Knorpeloberfläche des Tibiaplateaus (c) leicht unregelmässig erscheint. **D,E,F Früh-degenerativer vKBR:** Die Röntgenbilder zeigen ebenfalls eine deutliche Gelenksfüllung und zusätzlich weist das Gelenk bereits mittelgradige degenerative Veränderungen auf (D, E). Auf dem Arthroskopiebild (F) weist sowohl der Knorpel der Tibia als auch der Knorpel des Femurs eine unregelmässige Oberfläche auf. Der Rand des Meniskus (d) wird mit einem Meniskushaken untersucht und sieht abnormal aus, was auf einen degenerierten Meniskus hinweist. **G,H,I Spät-degenerativer vKBR:** Die Röntgenbilder zeigen starke arthrotische Veränderungen, Gelenksfüllung sowie intra- und periartikuläre Kalzifizierungen (G, H). Auf dem Arthroskopiebild (I) ist sowohl auf dem Tibiaplateau als auch den Femurkondylen eine Fibrillation und Erosion (e) des Knorpels bis auf den subchondralen Knochen sichtbar. Der Meniskus ist bereits so stark abgenutzt, dass er nicht mehr sichtbar ist.

kapsuläre Techniken das vKB durch Bandrekonstruktion ersetzen, ändern Osteotomien der Tibia die Biomechanik des Gelenks so, dass der „cranial tibial thrust“ eliminiert und damit die kraniokaudale Stabilität wiederhergestellt wird.<sup>21,106,107,131,183</sup> Extrakapsuläre Tech-



Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

men und Tibia-Osteotomien sind die am häufigsten angewandten Techniken.<sup>59,196</sup>

### Gelenkevaluation

Die wissenschaftliche Beweislage zeigt, dass eine Gelenkevaluation bei vKBR in jedem Fall sehr empfehlenswert ist, da die intraartikulären Strukturen, insbesondere die Menisken, nur so beurteilt und behandelt werden können.<sup>38,160,161,186</sup> Der durch den Eingriff verursachte Schaden in einem bereits von sekundären Veränderungen betroffenen Gelenk ist vernachlässigbar.<sup>38,160,161,186</sup>

Die Arthroskopie hat im Vergleich zur herkömmlichen und zur kranio-medialen minimal-invasiven Arthrotomie viele Vorteile. Nur durch die Vergrößerung und den kleinen Durchmesser des Arthroskopes ist eine vollständige Visualisierung aller Gelenksregionen und damit eine genauere Evaluation sowie schonendere Behandlung von Menisken, Knorpel und Kreuzbändern möglich.<sup>11,147,152</sup> In einer Studie, in der die Patienten über 9 Wochen nach klassischer medialer Arthrotomie oder nach Arthroskopie gefolgt von anschließender Gelenkstabilisierung beobachtet wurden, erholten sich Patienten aus der Arthroskopie-Gruppe schneller nach dem Eingriff.<sup>92</sup> Nachteile der Arthroskopie sind die Anschaffungskosten und die benötigte Expertise. Bei der kranio-medialen minimal-invasiven subpatellären Arthrotomie wird die postoperative Morbidität zwar ebenfalls reduziert, allerdings ist mit dieser Methode keine vollständige Evaluation des Gelenks möglich.<sup>11</sup> Meniskusrisse können so übersehen werden, vor allem auch im lateralen Gelenkskompartiment.<sup>113,152</sup> Ausserdem wird die Behandlung von Meniskusschäden und das Debridement der Kreuzbandreste durch den kleinen Zugang erschwert, wodurch das Risiko für Knorpelschäden steigt.<sup>11</sup> Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Arthroskopie momentan die präziseste und schonendste Methode für die Kniegelenkevaluation ist.<sup>147,152,158,200</sup>

### Debridement des Kreuzbandes

Dieses Thema wird immer wieder diskutiert und es gibt dazu leider nur wenig verfügbare klinische Evidenz. Hulse et al. konnte zeigen, dass die Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO), vermutlich durch eine Reduktion des «cranial tibial thrusts» und einer damit einhergehenden Entlastung des vKB, einen protektiven Effekt auf die noch intakten Fasern nach partiellen funktionellen vKBR hat.<sup>94</sup> Ein ähnlicher Effekt konnte auch bei der Tibial Tuberosity Advancement (TTA) nachgewiesen werden.<sup>171</sup>

Die verbleibenden intakten Fasern bei einem partiellen vKBR sind wichtig, da sie zur Gelenkstabilität beitragen und so vor Meniskus- und Knorpelschäden schützen.<sup>94,158</sup> Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, bei

partiellen funktionellen vKBR, welche mit TTA oder TPLO behandelt werden, lediglich gerissene Fasern zu debridieren.<sup>94,171</sup>

Bei komplettem vKBR wird eher ein vollständiges Debridement empfohlen, da die Überreste des gerissenen vKB eine mögliche Quelle von Entzündungsmediatoren und Schmerz sind und da ihre Entfernung die Exploration des Gelenkes erleichtert.<sup>44,112,176</sup>

### Behandlung von Meniskusschäden

Bei 33–83% aller Hunde mit vKBR können zum Zeitpunkt der chirurgischen Erstversorgung Meniskusschäden festgestellt werden.<sup>36,68,70,71,78,115,144,158,161</sup> Obwohl immer wieder hinterfragt, zeigen die vorhandenen Publikationen, dass die Diagnose und Behandlung von Meniskusschäden im Rahmen der chirurgischen Erstversorgung zu einem insgesamt besseren Behandlungsergebnis, einer schnelleren Erholung und einem geringeren Risiko für späte Meniskusschäden führt.<sup>31,160</sup> Ausserdem wird dem Patienten durch die Meniskusevaluation die aus möglicherweise vorhandenen Meniskusverletzungen entstehende Beeinträchtigung und die Notwendigkeit einer zweiten Operation zu deren Behandlung erspart. Aus diesen Gründen wird eine genaue Evaluation der Menisken und die Behandlung von allenfalls vorhandenen Verletzungen empfohlen.<sup>65,73,96,160,161</sup> Der erste und wichtigste Schritt zur erfolgreichen Behandlung von Meniskusschäden ist eine sorgfältige und ausführliche Untersuchung beider Menisken. Die Arthroskopie mit gleichzeitiger Sondierung der Menisken stellt den Goldstandard dafür dar. Beurteilt werden Erscheinungsbild, Integrität und Konsistenz mittels Palpation mit einem Palpationshaken.<sup>82</sup>

Am häufigsten ist der kaudale Anteil des medialen Meniskus von Verletzungen betroffen.<sup>13,158</sup> Der laterale Meniskus kann sowohl isoliert erkranken, als auch in Kombination mit dem medialen Meniskus im Rahmen eines vKBR verletzt sein.<sup>113,119,158,203</sup> Ralphs et al., 2002 konnten bei 77% der arthroskopisch untersuchten Hunde mit vKBR Risse am lateralen Meniskus nachweisen.<sup>158</sup> Die klinische Signifikanz dieser lateralen Meniskusverletzungen ist jedoch noch nicht ausreichend geklärt.<sup>113,158</sup> Meniskusverletzungen werden anhand der Art der Verletzung, dem Zeitpunkt des Auftretens und ihrer Lokalisation eingeteilt.<sup>70,73</sup> Vor allem die Lokalisation ist für die Behandlung von Bedeutung, da Risse, welche nur den axialen Anteil des Meniskus betreffen anders behandelt werden sollten als Verletzungen, die den axialen Teil und auch die Peripherie des Meniskus involvieren. Das Ziel von Meniskektomien ist, alles abnormale Gewebe, welches die entzündlichen und degenerativen Prozesse im Gelenk aufrechterhält, zu entfernen und so Schmerz und Lahmheitsgrad zu reduzieren,

während gleichzeitig möglichst viel von der Funktion des Meniskus erhalten bleibt. Es gilt also, so wenig Meniskusgewebe wie möglich, aber so viel wie nötig zu entfernen.<sup>74,156,185</sup> Neben der Resektion von geschädigtem Meniskusgewebe gibt es in ausgewählten Fällen auch die Möglichkeit, den Meniskus zu rekonstruieren.<sup>45,184</sup>

Meniskusverletzungen, welche erst nach der chirurgischen Stabilisierung des Kniegelenks auftreten, werden als späte Meniskusschäden bezeichnet. Je nach verwendeter Stabilisationsmethode kommen sie unterschiedlich häufig vor (TPLO: 3–12%,<sup>68,101</sup> TTA: 6–21%<sup>49,115,178</sup>). Das als Prophylaxe für diese Schäden eingeführte Konzept des „Meniscal Release“ (MR), bei dem der intakte Meniskus zum Zeitpunkt der chirurgischen Erstversorgung kaudal (abaxial) oder zentral (axial) radial durchtrennt wird, wird jedoch nicht generell empfohlen.<sup>123,151,154,172</sup> Zwar vermindert der MR die Häufigkeit von späten Meniskusschäden, aber dieser Vorteil muss gegenüber seiner negativen Auswirkungen abgewogen werden.<sup>155</sup> So führt der MR bei intakten Menisken zum Verlust ihrer Stossdämpfer-Funktion, was Knorpelschäden und ein schnelleres Fortschreiten der Arthrose zur Folge hat.<sup>123,153,154</sup>

### Welche Behandlungsmethoden werden für grosse Hunde (>15 kg) empfohlen?

Basierend auf den verfügbaren Studien, scheinen Tibia-Osteotomien, allen voran die TPLO, die am besten geeignete Therapie für grosse Hunde mit vKBR zu sein.<sup>17,21,23,43,46,49,64,81,93,104,114,115,121,124,131,132,141,144,157,162,170,174,177,178,197,206</sup> Ein kürzlich publizierter systematischer Review, der die TTA und die TPLO verglich, kam zu folgendem Schluss: Die verfügbaren Studien zeigen, dass die TPLO eine tiefere Komplikationsrate sowie weniger Arthrose-Progression hat und zu einem besseren klinisch-funktionellen Behandlungsergebnis führt als die TTA.<sup>12,132</sup> Allerdings gibt es zur TTA bedeutend weniger Literatur als zur TPLO. Weiter existiert bisher nur eine direkte Vergleichsstudie mit relativ niedriger Fallzahl, welche die Überlegenheit der TPLO gegenüber der TTA zeigen konnte.<sup>114</sup> Trotzdem ist die TTA eine weit verbreitete Technik, die zu klinisch guten bis sehr guten Resultaten führt.<sup>64,115</sup> Es braucht daher weitere prospektive Vergleichsstudien mit grösseren Fallzahlen, um die Überlegenheit einer der beiden Techniken zu bestätigen. Auch eine konservative Therapie wurde bei grossen Hunden beschrieben, jedoch mit einem schlechteren Behandlungsergebnis als bei chirurgischer Therapie.<sup>206</sup>

Im Vergleich zu konservativem Management oder extrakapsulären Bandersatztechniken hatten mit TPLO behandelte grosse Hunde in mehreren prospektiven Studien ein besseres Behandlungsergebnis und weniger

Arthroseprogression.<sup>17,20,81,114,121,141,206</sup> In ausgewählten Fällen wurden aber auch extrakapsuläre Techniken erfolgreich eingesetzt.<sup>38,43,121</sup>

Im Allgemeinen bleibt jedoch die Tatsache, dass keine der heute verfügbaren Techniken im Stande ist die normale Kinematik des Kniegelenks wiederherzustellen, was die später auftretenden Knorpel- und Meniskusschäden sowie das Fortschreiten der Arthrose erklärt.<sup>103,170</sup>

### Welche Behandlungsmethoden werden für kleine Hunde (<15 kg) empfohlen?

Bei kleinen, älteren und inaktiven Hunden ist die konservative Behandlung eine weitverbreitete Behandlung mit teils zufriedenstellenden Ergebnissen.<sup>41,148,190</sup> Allerdings ist die Erholungszeit länger als nach chirurgischer Stabilisierung (vier bis fünf Monate) und es kommt zu ungehindertem Fortschreiten der Arthrose.<sup>43,190</sup>

Daher wird heute auch für kleine Hunde häufig eine chirurgische Behandlung empfohlen, weil so schneller wieder eine gute Funktion der Gliedmasse erreicht werden kann.<sup>14,48,66,205</sup> Eine häufig verwendete chirurgische Behandlungsmethode für kleine, inaktive oder ältere Hunde ist der extrakapsuläre Bandersatz.<sup>59</sup> Durch das geringere Gewicht gibt es weniger Komplikationen und der Bandersatz wird weniger stark belastet als bei grossen Hunden, weshalb er ausreichen kann das Kniegelenk zu stabilisieren.<sup>14,36</sup>

Allerdings haben kleine Hunde im Vergleich zu grossen Hunden häufig ein steileres Tibiaplateau, was in einem grösseren „cranial tibial thrust“ resultiert.<sup>1,72,174,192</sup> Davon betroffen sind vor allem West Highland White Terrier, Yorkshire Terrier und Bichon Frisé.<sup>72</sup> Dieser steilere Tibiaplateauwinkel (TPW) führt dazu, dass extrakapsuläre Reparaturvorrichtungen vermehrt belastet werden und als Folge davon das Kniegelenk nicht ausreichend stabilisieren.<sup>37</sup> Ebenfalls vermehrt belastet werden Bandersätze bei Hunden mit hohem Aktivitätsniveau.<sup>36,52,187,205</sup> Dynamische Techniken, wie die TPLO oder die TTA, sind daher besser für diese beiden Patientengruppen geeignet. Die vorhandenen Studien mit kleinen Hunden zeigen ein akzeptables bis ausgezeichnetes Behandlungsergebnis für beide Techniken.<sup>14,48,63,66,146,193,205</sup> Im direkten Vergleich mit extrakapsulären Bandersatztechniken konnte für die TPLO auch eine geringere Lahmheit nach 6 Monaten, eine kürzere Rekonvaleszenz sowie eine höhere Besitzerzufriedenheit aufgezeigt werden.<sup>14</sup> Studien, welche TTA und TPLO direkt miteinander vergleichen, liegen bislang für kleine Hunde noch nicht vor.

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

### Welche Behandlungsmethoden werden für grosse Hunde mit übermässig steilem Tibiaplateauwinkel empfohlen?

TPW von  $>34^\circ$  werden als übermässig steil bezeichnet.<sup>174,175,180</sup> Da bei diesem steilen TPW ein grosser „cranial tibial thrust“ entsteht, wird eine Behandlungstechnik empfohlen, die diese Scherkraft eliminiert, beispielsweise die TPLO.<sup>58,180</sup> Ziel der TPLO ist, den Tibiaplateauwinkel auf  $5\text{--}6.5^\circ$  zu reduzieren.<sup>174,175,198</sup> Bei sehr steilem TPW erfordert dies oftmals eine starke Rotation des Osteotomie-Fragmentes, was zum Verlust der Stützfunktion des Osteotomiefragmentes auf die Tuberositas tibiae führt und diese exponiert. Vor allem bei Rotation des Fragments unter die Insertion der Patellarsehne an der Tibia (dem sogenannten «sicheren Punkt»), steigt deshalb das Risiko für Frakturen der Tuberositas tibiae.<sup>85</sup> Dies scheint vor allem bei grossen Hunden ein Problem zu sein, da in einer Studie bei kleinen Hunden mit steilem TPW auch mit der TPLO alleine gute Behandlungsergebnisse erzielt werden konnten.<sup>48,205</sup>

Für grössere Hunde mit steilem TPW wurden daher alternative Techniken entwickelt, um die Problematik zu umgehen (TPLO in Kombination mit einer «cranial tibial closing wedge osteotomy» (CTWO) oder eine modifizierte CTWO alleine).<sup>76,106,180</sup> Die TTA wird bei Hunden mit steilem TPW weniger angewendet, da eine ausreichende Kranialisierung der Tuberositas tibiae mit den verfügbaren Implantaten meist nicht möglich ist.<sup>21,194</sup>

### Welche Behandlungsmethoden werden für Hunde mit vKBR und Arthrose im Endstadium ohne palpierbare Instabilität empfohlen?

Bei einigen Hunden mit vKBR ist die durch veränderte Biomechanik und entzündliche Prozesse induzierte Arthrose bereits im Endstadium.<sup>4,188</sup> Die periartikuläre Fibrose und Osteophytenbildung kann so stark ausgeprägt sein, dass fast keine Instabilität mehr palpierbar ist.<sup>53,127,135,181</sup> In solchen Fällen ist es wenig wahrscheinlich mittels chirurgischer Gelenksstabilisierung eine Verbesserung zu erreichen, da als Ursache für die Lahmheit hauptsächlich die Arthrose und nicht die Instabilität verantwortlich gemacht wird.<sup>91,181,189</sup> Daher macht hier ein konservatives Management der Arthrose mehr Sinn, welches bei Verdacht auf eine Meniskusverletzung mit einer Arthroskopie oder Arthrotomie für die Behandlung von Meniskusrissen kombiniert werden kann.<sup>91,181,189</sup>

Generell unterscheidet sich die konservative Therapie von Hunden mit Kniegelenksarthrose nicht von der Therapie von Arthrose in anderen Gelenken. Im Allgemeinen hat die Therapie von Arthrose zum Ziel die Lebensqualität des Patienten zu erhalten oder sogar zu verbessern. Sie ist multimodal, wobei Gewichtsreduk-

tion einer der wichtigsten Therapiebestandteile ist.<sup>27,100,102</sup> Je nach Stadium der Arthrose können verschiedene Präparate zur Schmerzlinderung und/oder Entzündungshemmung eingesetzt werden. Beispielsweise können lokal Steroide injiziert werden oder systemisch nicht-steroidale Entzündungshemmer verabreicht werden.<sup>100,120,125</sup> Der Einsatz von Tramadol hingegen wird in neueren Studien in Frage gestellt.<sup>29</sup> Die intraartikuläre Injektion von Corticosteroiden ist ebenfalls ein kontroverses Thema.<sup>99</sup> Einerseits sind Corticosteroide sehr potente Entzündungshemmer, welche die entzündlichen Vorgänge in arthrotischen Gelenken wirkungsvoll unterbrechen,<sup>62,75</sup> andererseits ist auch bekannt, dass die chondrotoxisch sein können.<sup>57,99,140,168</sup> Vor- und Nachteile von Steroidinjektionen sollten vor der Anwendung jeweils sorgfältig abgewogen werden. Neuere Therapiemöglichkeiten sind sogenannte „Disease-modifying drugs“ oder „Nutraceuticals“ (z.B. Chondroitinsulfat, polysulfatierte Gylcosaminoglycane oder Omega 3 – Fettsäuren), intraartikuläre Injektion von Hyaluronsäure oder «Orthobiologics», zu denen biologische Substanzen wie mesenchymale Stammzellen oder thrombozytenreiches Plasma (Platelet-rich plasma) zählen. Leider fehlen immer noch kontrollierte, randomisierte Studien zu den meisten dieser Wirkstoffe, aber bisherige Resultate sind vielversprechend in Bezug auf Schmerzlinderung und weniger stark fortschreitende Arthrose.<sup>28,34,40,47,62,75,90,100,134,137</sup> Wenn alle Mittel der multimodalen Therapie ausgeschöpft sind, bleibt als letzte Möglichkeit eine totale Kniegelenksprothese oder eine Kniegelenksarthrodese. Beides sind sehr invasive Operationen mit teilweise schweren Komplikationen, weshalb sie nur nach einer sorgfältigen Abwägung der Vor- und Nachteile eingesetzt werden sollten. Knieprothesen werden in der Veterinärmedizin, anders als in der Humanmedizin, noch nicht routinemässig eingesetzt.<sup>2</sup>

### Der akut-traumatische Kreuzbandriss

Akut-traumatische Rupturen des vKB sind sehr selten.<sup>135,145</sup> Bei mittelgrossen und grossen adulten Hunden mit vKBR scheint eine akut-traumatische Ruptur lediglich bei 1% die Ursache zu sein.<sup>135</sup> Damit ein gesundes vKB ohne vorhergehende Degeneration reisst, muss ein starkes Trauma auf das Kniegelenk einwirken. Mechanismen, welche dazu führen können, sind Hyperextension (z.B. wenn der Hund beim Rennen plötzlich in ein Loch tritt), übermässige Innenrotation bei leicht gebeugtem Knie oder schwere stumpfe Traumata (z.B. Autounfälle, Stürze aus grosser Höhe), wobei letztere oft von weiteren Bänderverletzungen oder sogar Gelenksluxation begleitet sind.<sup>5,26,133</sup> Bei noch nicht ausgewachsenen Hunden führt ein solches Trauma meist zu Avulsion des vKB.<sup>159</sup> Bei diesen Hunden ist die Knochen-vKB-Verbindung und das vKB selbst stärker als der

Knochen, weshalb es zur Avulsion statt zum Bänderriss kommt.<sup>112,159</sup> Bei ausgewachsenen Hunden hingegen besteht trotz des akuten Auftretens häufig eine Vordegeneration des vKB und das Band reisst meist in der Mitte.<sup>52</sup> Die Einteilung in akut-traumatischen oder degenerativen vKBR ist bei diesen Hunden schwierig.

Die Lahmheit beim akut-traumatischem vKBR ist tendenziell stärker als bei degenerativen vKBR. Palpatologisch sind starke Schmerzhaftigkeit, Weichteilschwellung, deutlicher Gelenkserguss und eine ausgeprägte Instabilität feststellbar.<sup>26,52,111,112,135,159</sup> Sind auch Seitenbänder verletzt, kommt Varus/Valgus-Instabilität hinzu.<sup>116</sup> Auch das kaudale Kreuzband sollte immer auf seine Integrität überprüft werden.<sup>116</sup> Röntgenaufnahmen zeigen bei akut-traumatischem vKBR eine deutliche Weichteilschwellung, Gelenkserguss, eventuell ein Avulsionsfragment und, als wichtigster Unterschied zur degenerativen Ruptur, keinerlei arthrotische Veränderungen (Abb. 1).<sup>52,112</sup>

### Behandlung

Bei akut-traumatischen vKBR mit Avulsion des vKB, kann bei ausreichender Grösse des abgesprengten Fragments versucht werden, es mittels Nahtmaterial, Kirschner-Drähten oder einer Zugschraube wieder an seiner Ansatzstelle zu befestigen.<sup>159</sup> Leider ist das Avulsionsfragment in den meisten Fällen zu klein, um eine belastbare Rekonstruktion zu ermöglichen, weshalb hier die Anwendung anderer Techniken, wie sie auch für degenerative vKBR verwendet werden, erforderlich ist.<sup>52,159,195</sup> Das gilt auch für adulte Hunde mit akut-traumatischem vKBR ohne Avulsion. Für Junghunde hingegen gibt es alternative Behandlungsmethoden. Junge Hunde, bei denen die proximale Epiphysenfuge der Tibia noch über ein ausreichendes Wachstumspotential verfügt, können mit einer Epiphysiodese des kranialen Anteils der Fuge behandelt werden.<sup>195</sup> Hierbei wird durch das Einbringen einer Schraube ein Verschluss des kranialen Anteils der Fuge angestrebt, was durch das weitere Wachstum des kaudalen Anteils zu einer Abflachung des Tibiaplateaus führen soll, ohne dass eine Osteotomie nötig ist. Diese Methode ist sowohl bei akut-traumatischen vKBR und Avulsionen, als auch bei degenerativen vKBR bei noch nicht ausgewachsenen Hunden anwendbar. Vor allem für grosse, schwere Patienten ist die Epiphysiodese eine gute Alternative zur TTA oder TPLO, da diese bei noch aktiver Wachstumsfuge nicht verwendet werden sollten.<sup>195</sup> Für Hunde, bei denen die proximale Tibiafuge noch Wachstumspotential hat, dieses aber nicht für die Anwendung einer Epiphysiodese ausreicht, sind Techniken wie die CTWO oder die «CORA-based leveling osteotomy» (CBLO) geeignet. Bei diesen Techniken wird die Osteotomie unterhalb der Wachstumsfuge gemacht.<sup>106,108</sup>

Kniegelenke mit akutem vKBR weisen häufig auch Rotationsinstabilität auf.<sup>109,166</sup> Diese kann ebenfalls eine Rolle bei der Therapieauswahl spielen (siehe Abschnitt Rotationsinstabilität – ein neues Kriterium für die Therapieauswahl bei vKBR).

### Kreuzbandriss und mediale Patellaluxation

6–20% der Hunde mit medialer Patellaluxation (MPL) leiden auch unter einem vKBR, wobei vor allem kleine Hunde von dieser Kombination betroffen sind.<sup>7,33,52,80,202</sup> Obwohl der genaue Mechanismus unbekannt ist, wird vermutet dass die Kombination von MPL und vKBR aus zwei Gründen relativ häufig vorkommt: Einerseits führt die abnormale Konformation der Gliedmasse bei MPL und die dadurch bedingte vermehrte Innenrotation der Tibia zu einer erhöhten Belastung des vKB, was vermutlich dessen Degeneration beschleunigt und schliesslich zu einer Ruptur führt. Das kommt vor allem bei MPL Grad 3 und 4 zum Tragen, da hier die Patella meistens oder immer luxiert ist und deshalb zusätzlich der stabilisierende Effekt der Patellarsehne kranial am Kniegelenk grösstenteils wegfällt.<sup>7,33,52</sup> Andererseits begünstigt die erhöhte Innenrotation des Kniegelenks nach einem vKBR die Entwicklung einer MPL.<sup>118</sup>

Hunde, welche gleichzeitig einen vKBR und eine MPL haben, zeigen normalerweise die typischen Symptome eines vKBR. Oft wird anamnestisch von einer chronischen, intermittierenden Lahmheit durch die MPL berichtet, welche dann akut schlimmer wurde durch den vKBR.<sup>33,52</sup> Der MPL-Grad bei solchen Hunden ist häufig höher als vor dem vKBR.<sup>33</sup>

### Behandlung

Das Ziel der chirurgischen Behandlung von MPL und gleichzeitigem vKBR ist, den durch den vKBR entstehenden «cranial tibial thrust» zu eliminieren und gleichzeitig den Extensoren-Apparat wieder korrekt auszurichten, um eine Luxation der Patella zu verhindern.<sup>69,118</sup> Verwendet werden klassische Techniken zur Behandlung von MPL (z.B. Sulkoplastie, Transposition der Tuberositas tibiae (TTT) oder Weichteiltechniken wie Faszienimbrikation oder Muskelrelease) in Kombination mit häufig angewendeten Techniken zur Gelenkstabilisierung bei vKBR (Abb. 2).<sup>118</sup>

Deformationen, welche bei einigen Patienten mit MPL vorkommen, sollten in Kombination mit der Behandlung des vKBR korrigiert werden.<sup>54,112,164</sup> Milde Deformationen der proximalen Tibia können mit einer Transposition der Tuberositas tibiae kombiniert mit einem extrakapsulären Bandersatz behandelt werden. Für stärkere Deformationen oder bei sehr aktiven Hunden kann

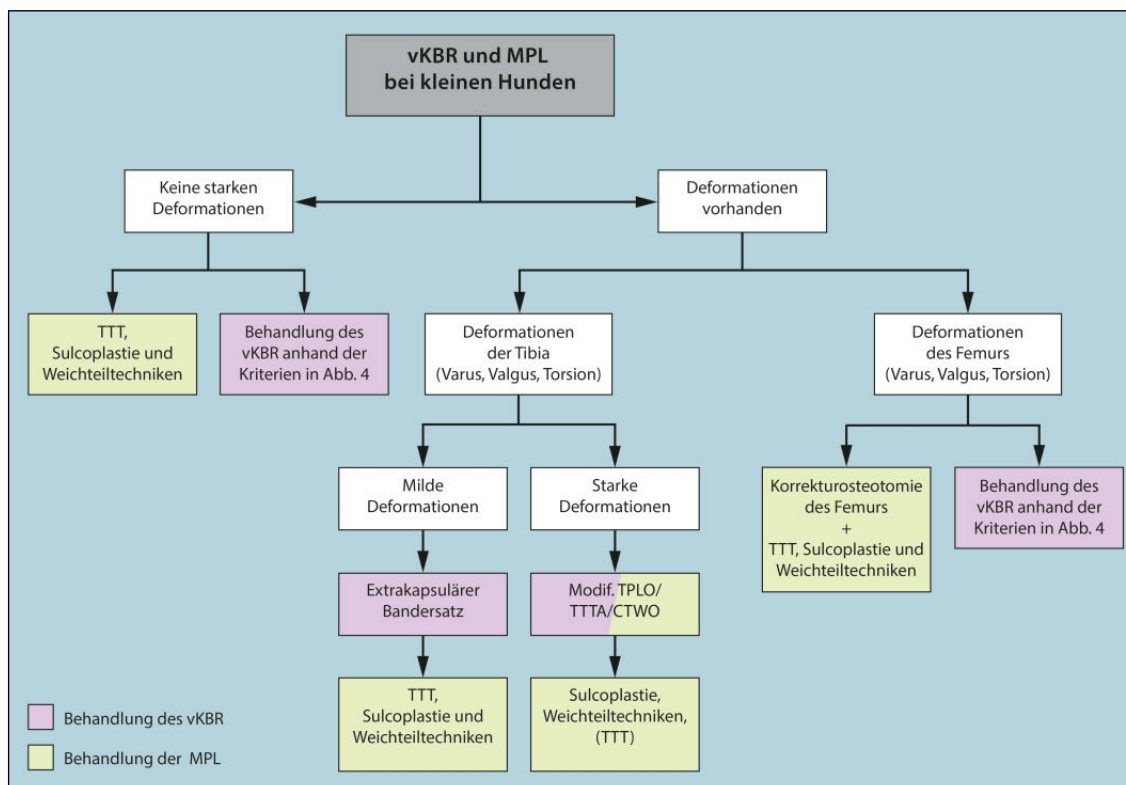
Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi



Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi



**Abbildung 2:** Empfohlene Entscheidungsschritte bei Hunden mit vKBR und gleichzeitiger medialer Patellaluxation (MPL). (TTT = Tuberositas tibiae Transposition, TTTA = Tuberositas tibiae Transposition – Advancement).

eine modifizierte TTA- oder TPLO-Technik verwendet werden. Bei der modifizierten TTA wird die Tuberositas tibiae neben der Verschiebung nach kranial auch lateralisiert, um eine gerade Ausrichtung des Quadriceps-Mechanismus zu erreichen. Diese Technik wird als «Tibial tuberosity transposition – Advancement» (TTTA) bezeichnet.<sup>142,207</sup> Bei der modifizierten TPLO wird das halbkreisförmige Osteotomiefragment nach medial verschoben, um das distale Hauptfragment, das auch die Tuberositas tibiae umfasst, nach lateral zu versetzen, was ebenfalls zu einem Realignment des Extensorapparates führt.<sup>67,69,117</sup>

Für starke Deformationen des Femurs wird zusätzlich zur Behandlung des vKBR eine korrektive Osteotomie empfohlen.<sup>24,179</sup>

Das Outcome nach kombinierter Behandlung von vKBR und MPL ist grundsätzlich gut bis sehr gut.<sup>117,118,207</sup> Allerdings haben Fälle mit MPL Grad 4 oder Fälle mit schweren Deformationen ein höheres Risiko für Komplikationen.<sup>60</sup>

## Rotationsinstabilität – ein neues Kriterium für die Therapieauswahl bei vKBR

33% der mit TPLO behandelten Hunde und 70% der mit TTA behandelten Hunde zeigen postoperativ immer noch eine kraniale Translation der Tibia bei Gewichtsbelastung der betroffenen Gliedmasse.<sup>103,170</sup> Die Ursachen für diese persistierende Instabilität sind multifaktoriell, jedoch scheint eine Kombination aus Rotationsinstabilität und unvollständiger Eliminierung des «cranial tibial thrust» bei einigen Hunden eine wichtige Rolle zu spielen.<sup>103,170</sup> Rotationsinstabilität des Kniegelenks, definiert als übermäßige Rotation der Tibia relativ zum Femur, ist beim Hund nur schlecht beschrieben. Die durch diese Art von Instabilität entstehenden Scherkräfte haben verheerende Auswirkungen auf den Gelenksknorpel.<sup>3</sup> Ausserdem wird vermutet, dass eine minimale, klinisch nicht detektierbare Rotationsinstabilität im Kniegelenk für das Auftreten von späten Meniskusverletzungen verantwortlich sein könnte.<sup>166</sup>

Mögliche prädisponierenden Faktoren für Rotationsinstabilität, die diskutiert werden, sind Hyperlaxität des Kniegelenks, abnormale Konformation der Gliedmasse sowie Muskelschwäche. Hyperlaxität findet man bei Hunden mit akut-traumatischem vKBR mit oder ohne

Schädigung anderer Bänder im Knie oder bei Hunden mit komplettem, degenerativem vKBR ohne nennenswerte periartikuläre Fibrose.<sup>166</sup> Zu den Konformationsanomalien, bei denen vermutet wird, dass sie Rotationsinstabilität im Kniegelenk fördern könnten, gehören sowohl Deformationen der Tibia als auch des Femurs.<sup>16,21,78</sup> Schwache Muskulatur, vor allem in der kaudalen Oberschenkelregion, wird als weiterer Grund für Rotationsinstabilität bzw. für eine vermehrte Innenrotation des Kniegelenks angenommen. Man weiss, dass beim Menschen die Oberschenkelmuskulatur Rotationsinstabilität bis zu einem gewissen Grad kompensieren kann.<sup>122,169</sup> Womöglich trifft dies auch auf den Hund zu, weshalb Muskelfezite in diesem Bereich vermutlich Rotationsinstabilität begünstigen.<sup>109</sup> Bei Verwendung einer TPLO sind weitere mögliche Ursachen für Rotationsinstabilität eine ungenügende Rotation oder ein postoperatives «Zurückrutschen» (sog. «Rock Back») des Osteotomiefragmentes.<sup>15</sup>

Ein mit Rotationsinstabilität assoziiertes Phänomen ist der «Pivot Shift» (PS). Beim Menschen ist der PS beschrieben als anteriore Subluxation der Tibia von unterhalb des lateralen Femurkondylus kombiniert mit einer plötzlichen Aussenrotation.<sup>30,77</sup> Betroffene Patienten beschreiben es auch als ein «Nachgeben» des Knies bei Belastung.<sup>77</sup> In der Veterinärmedizin kann bei 0,3–3,1% der mit TPLO behandelten Hunde postoperativ das gleiche Phänomen beobachtet werden.<sup>68,78</sup> Bei Gewichtsbelastung kommt es zu einer kranialen Subluxation der Tibia in Verbindung mit erhöhter Innenrotation, was in einem ruckartigen Ausschwenken des Kniegelenks nach lateral resultiert.<sup>166</sup> Abgesehen von fehlerhafter Durchführung der TPLO oder «Rock Back» des Osteotomiefragmentes, wird eine unzureichende Korrektur von Deformationen von Tibia oder Femur durch die TPLO, welche zu erhöhter Innenrotation der Tibia führen, als die wahrscheinlichste Ursache für den PS beim Hund angesehen. Denn die TPLO stabilisiert das Gelenk hauptsächlich in der kraniokaudalen Ebene.<sup>15,68,78,105</sup> Zum Auftreten eines PS nach TTA gibt es bisher keine Literatur, obwohl es Hinweise auf persistierende Instabilität nach der TTA gibt.<sup>167,170</sup>

Bei der präoperativen klinischen Untersuchung ist es oft schwierig zu beurteilen, wieviel die allfällig vorhandene Rotationsinstabilität zur allgemeinen Kniegelenksinstabilität beiträgt, da die kraniokaudale Instabilität meist sehr prominent ist. Daher wird empfohlen, die Rotationsstabilität des Gelenks nach erfolgter Stabilisierung erneut zu evaluieren.<sup>166</sup> Die Autoren verwenden dafür einen modifizierten Tibiakompressionstest, bei dem zusätzlich zur Kompression der Tibia ein Rotationsstress auf das Kniegelenk ausgeübt wird. Für diesen Test werden die Hände gleich positioniert wie für einen Standard-Tibiakompressionstest mit dem Kniegelenk in

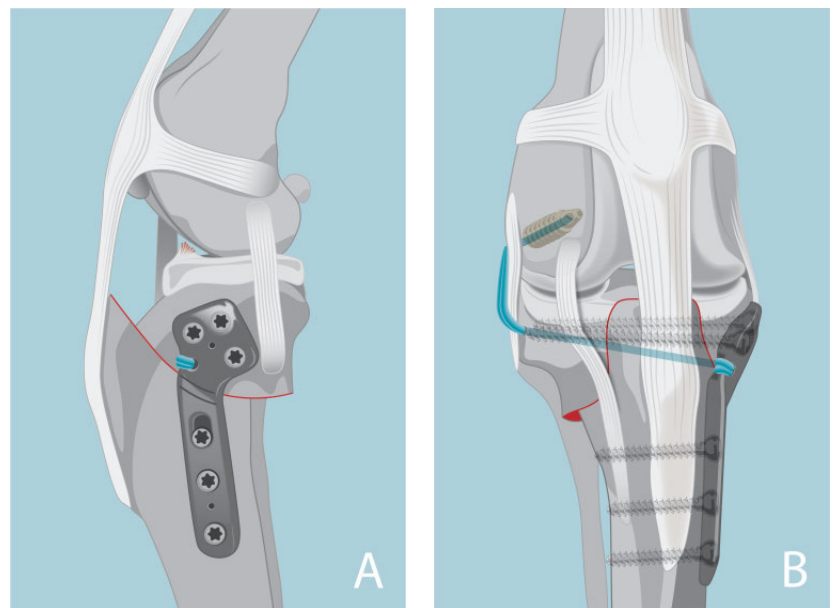
einem 135° Winkel (normaler Winkel beim Stehen). Pfote und Kniegelenk sind dabei auf einer Linie in der Sagittalebene. Dann, bevor die Kompression durch Flexion des Tarsus ausgeübt wird, wird die Pfote 10° nach aussen rotiert und ein Valgus-Stress ausgeübt. Unter maximaler Kompression der Tibia wird dann die Aussenrotation allmählich aufgehoben, so dass die Tibia innenrotieren und, bei Rotationsinstabilität, schliesslich subluxieren kann. Ein positives Testresultat liegt vor, wenn es während dem Test zu einer ruckartigen sicht- und fühlbaren Subluxation und Innenrotation der Tibia in der Transversalebene kommt, welche lateral stärker ausgeprägt ist als medial.<sup>149</sup> Post-TTA hingegen ist es schwieriger, die kraniokaudale und rotatorische Instabilität intraoperativ zu beurteilen, da die Stabilisierung des Kniegelenks bei dieser Technik die Kontraktion des M. quadriceps erfordert.<sup>21</sup> Theoretisch wäre es möglich, die Patella zu fixieren und während des Tibiakompressionstestes nach proximal zu ziehen, um die Quadriceps-Kontraktion zu simulieren. Praktisch ist das aber fast nicht machbar, da manuell nicht ausreichend Kraft ausgeübt werden kann (Boudrieau, Kowaleski, Kim, pers. Mitteilung, 2018).

## Behandlung

Da die Bedeutung der Rotationsinstabilität beim Hund erst in den letzten Jahren erkannt wurde und ausführliche Literatur und klinische Erfahrung auf diesem Gebiet bisher noch fehlen, ist es schwierig, fundierte Behandlungsempfehlungen abzugeben. Eine konservative Therapie mit Physiotherapie wurde beschrieben, jedoch mit

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi



**Abbildung 3:** Kombination von Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) und extra-kapsulärem Bandersatz zur Behandlung von Rotationsinstabilität mit einer eigens dafür entwickelten TPLO-Platte (TPLO Internal Brace, Arthrex, München).

A Mediale Ansicht, B Kraniale Ansicht.

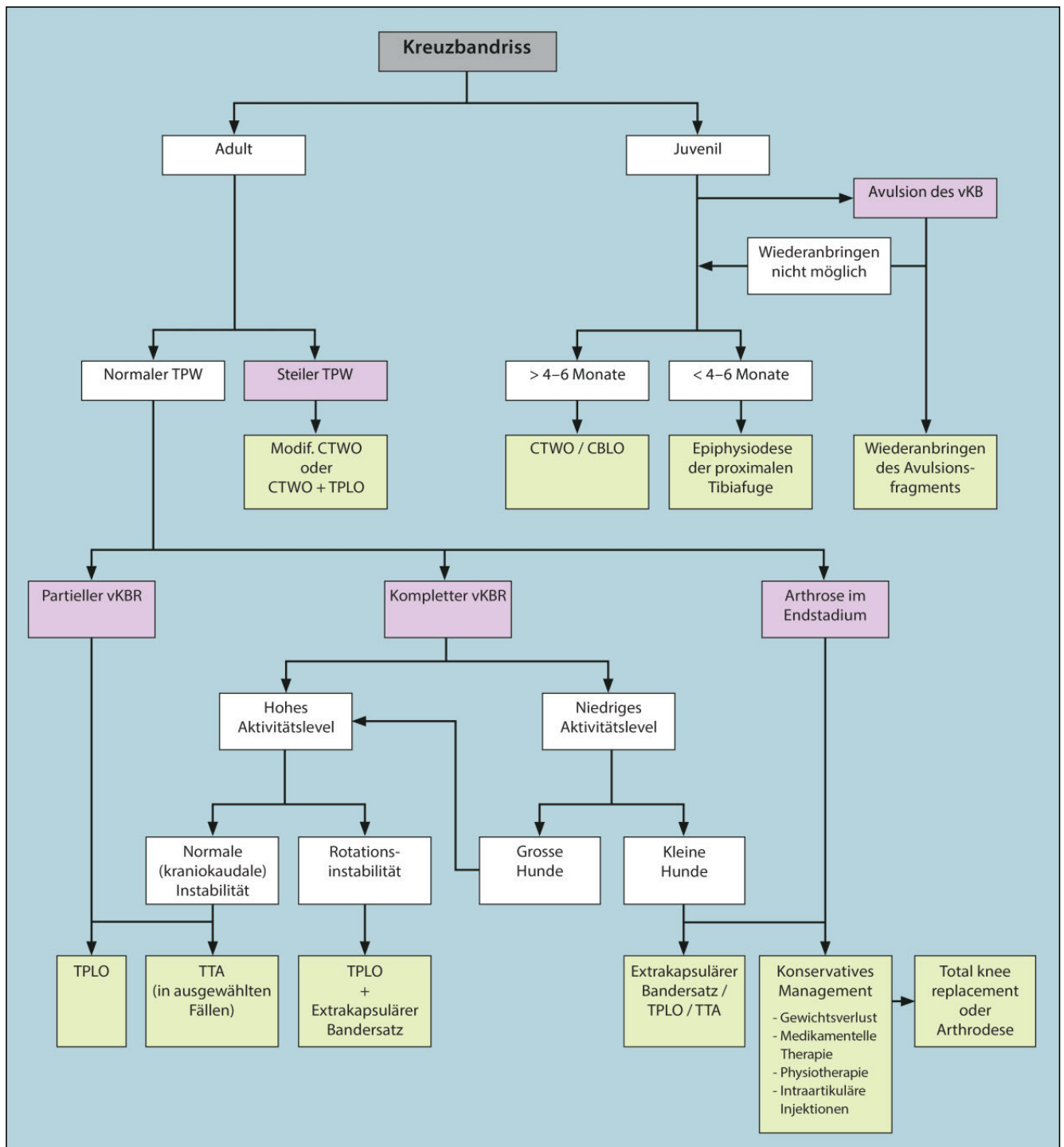
Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell,  
A. Pozzi

unterschiedlichem Erfolg.<sup>68,78</sup> Schaible et al. behandelte Hunde mit Rotationsinstabilität erfolgreich chirurgisch mittels TPLO und einem extrakapsulären Bandersatz.<sup>166</sup> Hier sorgt die Osteotomie der Tibia für kraniokaudale Stabilität, während der Bandersatz die übermäßige Innenrotation eliminiert.<sup>88</sup> Um das Anbringen des Bandersatzes medial neben der TPLO-Plat-

te zu erleichtern, wurde eine neue TPLO-Platte (TPLO Internal Brace, Arthrex, München) entwickelt, welche es erlaubt, den Bandersatz direkt an der Platte zu befestigen (Abb. 3).<sup>150</sup>

Für kleinere, inaktive Hunde ohne Konformationsanomalien, welche einen vKBR mit Rotationsinstabilität



**Abbildung 4:** Algorithmus für die Therapieauswahl bei Kreuzbandriss basierend auf unserer persönlichen Erfahrung. (Lila Kästchen = vKBR-Formen, grüne Kästchen = Behandlungsempfehlungen).

haben, ist auch eine Behandlung mit einem extrakapsulären Bandersatz alleine denkbar. Der Vorteil von extrakapsulären Bandersatztechniken für die Behandlung von vKBR mit Rotationsinstabilität ist, dass sie sowohl die kraniale Translation der Tibia als auch die übermässige Innenrotation eliminieren.<sup>9,18,50</sup> Entsprechende Studien zu dieser Behandlungsmethode für Rotationsinstabilität fehlen momentan jedoch noch.

## Schlussfolgerungen

Dieser Artikel stellt einen neuen, in der Klinik anwendbaren Ansatz für die Behandlungsauswahl bei Hunden mit vKBR vor. Die im Artikel gegebenen Behandlungsempfehlungen wurden in einem drei-stufigen Prozess erarbeitet. Im ersten Schritt wurden anhand der Kriterien Chronizität, Grad der Instabilität, Grösse und Gewicht des Patienten, Arthrose-Stadium und Vorhandensein von Knochendeformationen Patienten-Subgruppen innerhalb der Kreuzbanderkrankung definiert. Folgende Subgruppen wurden festgelegt: grosse Hunde (>15 kg), kleine Hunde (<15 kg), Hunde mit übermässig steilem Tibiaplateauwinkel, Hunde mit vKBR und fortgeschrittener Arthrose ohne palpierbare Instabilität, Hunde mit akut-traumatischem vKBR, Hunde mit vKBR und MPL sowie Hunde mit vKBR und Rotationsinstabilität des Kniegelenks.

Im zweiten Schritt wurde verschiedene Datenbanken (MEDLINE/PUBMED; CAB Abstracts, Google Scholar, Konferenzbänden) nach Evidenz für die Behandlung dieser verschiedenen Subgruppen durchsucht (Schlüsselwörter: canine, cranial cruciate ligament rupture, treatment, subgruppenspezifische Schlüsselwörter). Anschliessend wurde durch Kombination der gefundenen Evidenz eine Behandlungsempfehlung für jede der Patientengruppen formuliert. Abb. 4 zeigt zusammenfassend die Therapieempfehlungen ergänzt durch unsere Erfahrung, wo es keine verfügbaren Stu-

dien gibt. Die Herangehensweise mit patientenspezifischen Empfehlungen stellt eine neue, verfeinerte Methodik für die Behandlungsauswahl bei Hunden mit vKBR dar. Die gegebenen Empfehlungen sollen dem Kleintierpraktiker als Leitfaden für die Entscheidungsfindung dienen und sind nicht als strikte, allgemeingültige Richtlinien gedacht. Zusätzliche Faktoren wie Kosten, Erwartungen des Besitzers und Erfahrung des Chirurgen müssen bei der Therapieauswahl darüber hinaus berücksichtigt werden.

Wissenschaftliche Studien, welche die Sicherheit und Effizienz einer Behandlungsmethode untersuchen, sollte die Basis jeder Behandlungsempfehlung sein. Allerdings wurde in einem Review-Artikel vor einiger Zeit festgestellt, dass für die meisten Techniken, ausser der TPLO, nicht ausreichend Literatur vorhanden ist, um sie angemessen zu bewerten.<sup>17</sup> Es ist also gut möglich, dass auch andere Techniken, angewandt bei einer geeigneten Patientengruppe, zu einem mit der TPLO vergleichbaren Behandlungsergebnis führen, wenn sie genauer untersucht werden. Deshalb sollten künftige Studien auch die verschiedenen Patienten-Subgruppen berücksichtigen. Damit wird es möglich werden, patientenspezifische Behandlungsrichtlinien zu etablieren, die sich vollständig auf qualitativ hochwertige Evidenz stützen.

## Danksagung

Wir danken Pascal Glatzfelder, Vetcom, Vetsuisse Fakultät, Universität Zürich herzlich für die Erstellung der Abbildungen.

## Interessenskonflikt

A. Pozzi und S. Knell sind Berater von Arthrex®.

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi



Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patienten-spezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

## Une nouvelle approche du choix thérapeutique chez les chiens atteints de pathologie des ligaments croisés: recommandations de traitement spécifiques au patient

La rupture du ligament croisé antérieur est l'une des affections orthopédiques les plus importantes chez le chien. Malgré sa fréquence et la vaste littérature disponible, il existe toujours un désaccord sur la meilleure méthode de traitement. Le but de cet article de revue est donc de présenter une approche actuelle et plus spécifique pour la sélection de traitements chez les chiens présentant une déchirure du ligament croisé antérieur. Les patients sont divisés en différents groupes, pour lesquels une méthode spécifique est alors recommandée. Afin d'élaborer ces recommandations de traitement, différents groupes de patients ont été initialement définis sur la base de plusieurs critères importants pour la sélection de la méthode (type de déchirure du ligament croisé, chronicité, degré d'instabilité, taille et poids du patient, stade de l'arthrose, présence de déformations osseuses, luxation patellaire médiale simultanée ou instabilité rotationnelle). Par la suite, une recherche documentaire détaillée a été effectuée via MEDLINE/PUBMED; CAB Abstracts, Google Scholar et dans les actes de conférences de 1990 à 2019. Des recommandations de traitement ont ensuite été formulées pour chacun des groupes sur la base de la littérature disponible. Ces recommandations spécifiques aux groupes de patients sont destinées à permettre au praticien des petits animaux de prendre plus facilement sa décision lors de la sélection des méthodes thérapeutiques chez les chiens présentant des déchirures des ligaments croisés.

**Mots clés:** Chien, affection des ligaments croisés, recommandations de traitement, ostéotomies du tibia, remplacement extracapsulaire du ligament.

## Un nuovo approccio per la scelta della terapia per i cani affetti da malattie del legamento crociato: raccomandazioni di trattamento specifiche per il paziente

La rottura del legamento crociato craniale è una delle maggiori malattie ortopediche del cane. Nonostante la frequenza della malattia e la vasta letteratura disponibile, c'è ancora disaccordo sul miglior metodo di trattamento. Lo scopo di questo articolo è quello di presentare un approccio aggiornato e più specifico alla selezione della terapia per i cani con rottura del legamento crociato craniale. I pazienti saranno divisi in diversi gruppi, per ognuno dei quali sarà raccomandato un metodo di trattamento specifico. Per elaborare le raccomandazioni terapeutiche, sono stati dapprima definiti diversi gruppi di pazienti sulla base di vari criteri importanti per la selezione della terapia (tipo di rottura del legamento crociato, cronicità, grado di instabilità, dimensioni e peso del paziente, stadio di artrosi, presenza di deformazioni ossee, lussazione della rotula mediale o instabilità rotazionale contemporanea). Successivamente, è stata condotta un'ampia ricerca bibliografica tramite MEDLINE/PUBMED; CAB Abstracts, Google Scholar e negli atti di conferenze dal 1990 al 2019. Sulla base della letteratura disponibile, sono state poi formulate raccomandazioni di trattamento per ciascuno dei gruppi.

Queste raccomandazioni specifiche per i gruppi di pazienti hanno lo scopo di facilitare il processo decisionale del veterinario di piccoli animali per la selezione della miglior terapia per i cani con rottura del legamento crociato.

**Parole chiave:** Cane, malattia del legamento crociato, raccomandazione di trattamento, osteotomie tibiali, sostituzione del legamento extracapsulare

## Literatur

<sup>1</sup> Aertsens A, Alvarez JR, Poncet CM, Beaufrère H, Ragetly GR: Comparison of the tibia plateau angle between small and large dogs with cranial cruciate ligament disease. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2015; 28(06): 385-390.

<sup>2</sup> Allen MJ, Liska WD, Brioschi V: Total Knee Replacement in the Dog. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 363-370.

<sup>3</sup> Anderst WJ, Tashman S: The association between velocity of the center of closest proximity on subchondral bones and osteoarthritis progression. *J Orthop Res* 2009; 27(1): 71-77.

<sup>4</sup> Andriacchi TP, Mündermann A, Smith RL, Alexander EJ, Dyrby CO, Koo S: A Framework for the in Vivo Pathomechanics of Osteoarthritis at the Knee. *Ann Biomed Eng* 2004; 32(3): 447-457.

<sup>5</sup> Arnoczky SP: The cruciate ligaments: the enigma of the canine stifle. *J Small Anim Pract* 1988; 29(2): 71-90.

<sup>6</sup> Arnoczky SP, Marshall JL: The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis. *Am J Vet Res* 1977; 38(11): 1807-1814.

<sup>7</sup> Arthurs GI, Langley-Hobbs SJ: Patellar luxation as a complication of surgical intervention for the management of cranial cruciate ligament rupture in dogs: A retrospective study of 32 cases. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2007; 20(3): 204-210.

- <sup>8</sup> Au KK, Gordon-Evans WJ, Dunning D, O'Dell-Anderson KJ, Knap KE, Griffon D, et al.: Comparison of Short- and Long-term Function and Radiographic Osteoarthritis in Dogs After Postoperative Physical Rehabilitation and Tibial Plateau Leveling Osteotomy or Lateral Fabellar Suture Stabilization. *Vet Surg* 2010; 39(2): 173-180.
- <sup>9</sup> Aulakh KS, Harper TA, Lanz OI, D'Amico LL, Butler JR, McLaughlin RM, et al.: Effect of tibial insertion site for lateral suture stabilization on the kinematics of the cranial cruciate ligament deficient-stifle during early, middle and late stance. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2013; 26(3): 208-217.
- <sup>10</sup> Baird AEG, Carter SD, Innes JF, Ollier WE, Short AD: Genetic basis of cranial cruciate ligament rupture (CCLR) in dogs. *Connect Tissue Res* 2014; 55(4): 275-281.
- <sup>11</sup> Beale BS, Hulse DA, Pozzi A, Muir P: Arthroscopy and Arthrotomy of the Stifle. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 171-184.
- <sup>12</sup> Beer P, Bockstahler B, Schnabl-Feichter E: Tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement – a systematic review. *Tierärztl Prax Ausg K* 2018; 46(04): 223-235.
- <sup>13</sup> Bennett D, May C: Meniscal damage associated with cruciate disease in the dog. *J Small Anim Pract* 1991; 32(3): 111-117.
- <sup>14</sup> Berger B, Knebel J, Steigmeier-Raith S, Reese S, Meyer-Lindenberg A: Long-term outcome after surgical treatment of cranial cruciate ligament rupture in small breed dogs. *Tierärztl Prax Ausg K Kleintiere* 2015; 43(6): 373-380.
- <sup>15</sup> Bergh MS, Peirone B: Complications of tibial plateau levelling osteotomy in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2012; 25(5): 349-358.
- <sup>16</sup> Bergh MS, Rajala-Schultz P, Johnson KA: Risk Factors for Tibial Tuberosity Fracture After Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs. *Vet Surg* 2008; 37(4): 374-382.
- <sup>17</sup> Bergh MS, Sullivan C, Ferrell CL, Troy J, Budsberg SC: Systematic Review of Surgical Treatments for Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 2014; 50(5): 315-321.
- <sup>18</sup> Biskup JJ, Griffon DJ, Socie M, Schaeffer DJ, Kurath P: Ability of the Tightrope® and Percutaneous Lateral Fabellar Suture Techniques to Control Cranial Tibial Translation. *Vet Surg* 2014; 43(8): 959-965.
- <sup>19</sup> Bleedorn JA, Greuel EN, Manley PA, Schaefer SL, Markel MD, Holzman G, et al.: Synovitis in Dogs with Stable Stifle Joints and Incipient Cranial Cruciate Ligament Rupture: A Cross-Sectional Study. *Vet Surg* 2011; 40(5): 531-543.
- <sup>20</sup> Bøddeker J, Drüen S, Meyer-Lindenberg A, Fehr M, Nolte I, Wefstaedt P: Computer-assisted gait analysis of the dog: Comparison of two surgical techniques for the ruptured cranial cruciate ligament. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2012; 25(1): 11-21.
- <sup>21</sup> Boudrieau RJ: Tibial plateau leveling osteotomy or tibial tuberosity advancement? *Vet Surg* 2009; 38(1): 1-22.
- <sup>22</sup> Boute N, Fusco J, Radasch R: Age, Tibial Plateau Angle, Sex, and Weight as Risk Factors for Contralateral Rupture of the Cranial Cruciate Ligament in Labradors. *Vet Surg* 2009; 38(4): 481-489.
- <sup>23</sup> Boyd DJ, Miller CW, Etue SM, Monteith G: Radiographic and functional evaluation of dogs at least 1 year after tibial plateau leveling osteotomy. *The Canadian Veterinary Journal* 2007; 48(4): 392-396.
- <sup>24</sup> Brower B, Kowaleski M, Peruski A, Pozzi A, Dyce J, Johnson K, et al.: Distal femoral lateral closing wedge osteotomy as a component of comprehensive treatment of medial patellar luxation and distal femoral varus in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2017; 30(1): 20-27.
- <sup>25</sup> Brown D, Conzemius MG, Shofer FS: Body Weight as a Predisposing Factor for Humeral Condylar Fractures, Cranial Cruciate Rupture and Intervertebral Disc Disease in Cocker Spaniels. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1996; 09(2): 75-78.
- <sup>26</sup> Bruce WJ: Multiple ligamentous injuries of the canine stifle joint: a study of 12 cases. *J Small Anim Pract* 1998; 39(7): 333-340.
- <sup>27</sup> Budsberg SC: Medical Management of Cruciate Ligament Rupture. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 333-351.
- <sup>28</sup> Budsberg SC, Bartges JW: Nutrition and Osteoarthritis in Dogs: Does It Help? *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2006; 36(6): 1307-1323.
- <sup>29</sup> Budsberg SC, Torres BT, Kleine SA, Sandberg GS, Berjeski AK: Lack of effectiveness of tramadol hydrochloride for the treatment of pain and joint dysfunction in dogs with chronic osteoarthritis. *J Am Vet Med Assoc* 2018; 252(4): 427-432.
- <sup>30</sup> Bull AMJ, Andersen HN, Basso O, Targett J, Amis AA: Incidence and mechanism of the pivot shift. An in vitro study. *Clin Orthop Relat Res* 1999; 363: 219-231.
- <sup>31</sup> Bureau S: Owner assessment of the outcome of tibial plateau levelling osteotomy without meniscal evaluation for treatment of naturally occurring cranial cruciate ligament rupture: 130 cases (2009 to 2013). *J Small Anim Pract* 2017; 58(8): 468-475.
- <sup>32</sup> Cabrera SY, Owen TJ, Mueller MG, Kass PH: Comparison of tibial plateau angles in dogs with unilateral versus bilateral cranial cruciate ligament rupture: 150 cases (2000–2006). *J Am Vet Med Assoc* 2008; 232(6): 889-892.
- <sup>33</sup> Campbell CA, Horstman CL, Mason DR, Evans RB: Severity of patellar luxation and frequency of concomitant cranial cruciate ligament rupture in dogs: 162 cases (2004–2007). *J Am Vet Med Assoc* 2010; 236(8): 887-891.
- <sup>34</sup> Canapp SO, Leasure CS, Cox C, Ibrahim V, Carr BJ: Partial Cranial Cruciate Ligament Tears Treated with Stem Cell and Platelet-Rich Plasma Combination Therapy in 36 Dogs: A Retrospective Study. *Front Vet Sci* 2016; 3(112): 1-9.
- <sup>35</sup> Carobbi B, Ness MG: Preliminary study evaluating tests used to diagnose canine cranial cruciate ligament failure. *J Small Anim Pract* 2009; 50(5): 224-226.
- <sup>36</sup> Casale SA, McCarthy RJ: Complications associated with lateral fabellotibial suture surgery for cranial cruciate ligament injury in dogs: 363 cases (1997–2005). *J Am Vet Med Assoc* 2009; 234(2): 229-235.
- <sup>37</sup> Choate CJ, Lewis DD, Conrad BP, Horodyski MB, Pozzi A: Assessment of the craniocaudal stability of four extracapsular stabilization techniques during two cyclic loading protocols: A cadaver study. *Vet Surg* 2013; 42(7): 853-859.
- <sup>38</sup> Christopher SA, Beetem J, Cook JL: Comparison of Long-Term Outcomes Associated With Three Surgical Techniques for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs. *Vet Surg* 2013; 42(3): 329-334.

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzband-erkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

- 39 Chuang C, Ramaker MA, Kaur S, Csomos RA, Kroner KT, Bleedorn JA, et al.: Radiographic risk factors for contralateral rupture in dogs with unilateral cranial cruciate ligament rupture. *PLoS One* 2014; 9(9): e106389.
- 40 Comblain F, Serisier S, Barthelemy N, Balligand M, Henrotin Y: Review of dietary supplements for the management of osteoarthritis in dogs in studies from 2004 to 2014. *J Vet Pharmacol Ther* 2016; 39(1): 1-15.
- 41 Comerford E, Forster K, Gorton K, Maddox T: Management of cranial cruciate ligament rupture in small dogs: A questionnaire study. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2013; 26(06): 493-497.
- 42 Comerford EJ, Smith K, Hayashi K: Update on the aetio-pathogenesis of canine cranial cruciate ligament disease. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2011; 24(2): 91-98.
- 43 Conzemius MG, Evans RB, Besancon MF, Gordon WJ, Horstman CL, Hoefle WD, et al.: Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2005; 226(2): 232-236.
- 44 Cook JL: Cranial Cruciate Ligament Disease in Dogs: Biology versus Biomechanics. *Vet Surg* 2010; 39(3): 270-277.
- 45 Cook JL, Fox DB: A Novel Bioabsorbable Conduit Augments Healing of Avascular Meniscal Tears in a Dog Model. *Am J Sports Med* 2007; 35(11): 1877-1887.
- 46 Cook JL, Luther JK, Beetem J, Karnes J, Cook CR: Clinical Comparison of a Novel Extracapsular Stabilization Procedure and Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Deficiency in Dogs. *Vet Surg* 2010; 39(3): 315-323.
- 47 Cook JL, Smith PA, Bozynski CC, Kuroki K, Cook CR, Stoker AM, et al.: Multiple injections of leukoreduced platelet rich plasma reduce pain and functional impairment in a canine model of ACL and meniscal deficiency. *J Orthop Res* 2016; 34(4): 607-615.
- 48 Cosenza G, Reif U, Martini FM: Tibial plateau levelling osteotomy in 69 small breed dogs using conically coupled 1.9/2.5 mm locking plates. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2015; 28(05): 347-354.
- 49 Costa M, Craig D, Cambridge T, Sebestyen P, Su Y, Fahie MA: Major complications of tibial tuberosity advancement in 1613 dogs. *Vet Surg* 2017; 46(4): 494-500.
- 50 D'Amico LL, Lanz OI, Aulakh KS, Butler JR, McLaughlin RM, Harper TA, et al.: The effects of a novel lateral extracapsular suture system on the kinematics of the cranial cruciate deficient canine stifle. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2013; 26(4): 271-279.
- 51 de Bruin T, de Rooster H, Bosmans T, Duchateau L, van Bree H, Gielen I: Radiographic assessment of the progression of osteoarthritis in the contralateral stifle joint of dogs with a ruptured cranial cruciate ligament. *Vet Rec* 2007; 161(22): 745-750.
- 52 DeCamp CE, Johnston SA, Déjardin LM, Schaefer SL: The Stifle Joint. In: DeCamp CE, Johnston SA, Déjardin LM, Schaefer SL (eds.), *Brinker, Piermattei and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*. 5th Edition ed. Elsevier, St. Louis, US, 2016: 597-643.
- 53 DeCamp CE, Riggs CM, Olivier NB, Hauptman JG, Hottinger HA, Soutas-Little RW: Kinematic evaluation of gait in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Am J Vet Res* 1996; 57(1): 120-126.
- 54 Di Dona F, Della Valle G, Fatone G: Patellar luxation in dogs. *Veterinary medicine (Auckland, NZ)* 2018; 9: 23-32.
- 55 Doom M, de Bruin T, de Rooster H, van Bree H, Cox E: Immunopathological mechanisms in dogs with rupture of the cranial cruciate ligament. *Vet Immunol Immunopathol* 2008; 125(1-2): 143-161.
- 56 Doverspike M, Vasseur PB, Harb MF, Walls CM: Contralateral Cranial Cruciate Ligament Rupture - Incidence in 114 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 1993; 29(2): 167-170.
- 57 Dragoo JL, Danial CM, Braun HJ, Pouliot MA, Kim HJ: The chondrotoxicity of single-dose corticosteroids. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012; 20(9): 1809-1814.
- 58 Duerr FM, Duncan CG, Savicky RS, Park RD, Egger EL, Palmer RH: Comparison of Surgical Treatment Options for Cranial Cruciate Ligament Disease in Large-Breed Dogs with Excessive Tibial Plateau Angle. *Vet Surg* 2008; 37(1): 49-62.
- 59 Duerr FM, Martin KW, Rishniw M, Palmer RH, Selmic LE: Treatment of canine cranial cruciate ligament disease: A survey of ACVS Diplomates and primary care veterinarians. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2014; 27(6): 478-483.
- 60 Dunlap AE, Kim SE, Lewis DD, Christopher SA, Pozzi A: Outcomes and complications following surgical correction of grade IV medial patellar luxation in dogs: 24 cases (2008-2014). *J Am Vet Med Assoc* 2016; 249(2): 208-213.
- 61 Duval JM, Budsberg SC, Flo GL, Sammarco JL: Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1999; 215(6): 811-814.
- 62 Dvorak LD, Cook JL, Kreeger JM, Kuroki K, Tomlinson JL: Effects of carprofen and dexamethasone on canine chondrocytes in a three-dimensional culture model of osteoarthritis. *Am J Vet Res* 2002; 63(10): 1363-1369.
- 63 Dyall B, Schmökel H: Tibial tuberosity advancement in small-breed dogs using TTA Rapid implants: complications and outcome. *J Small Anim Pract* 2017; 58(6): 314-322.
- 64 Dymond N, Goldsmit S, Simpson D: Tibial tuberosity advancement in 92 canine stifles: initial results, clinical outcome and owner evaluation. *Aust Vet J* 2010; 88(10): 381-385.
- 65 Ertelt J, Fehr M: Cranial cruciate ligament repair in dogs with and without meniscal lesions treated by different minimally invasive methods. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; 22(1): 21-26.
- 66 Ferreira AJA, Bom RM, Tavares SO: Tibial tuberosity advancement technique in small breed dogs: study of 30 consecutive dogs (35 stifles). *J Small Anim Pract* 2019; 60(5): 305-312.
- 67 Fitzpatrick N, Johnson J, Hayashi K, Girling S, Yeaton R: Tibial Plateau Leveling and Medial Opening Crescentic Osteotomy for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Rupture in Dogs with Tibia Vara. *Vet Surg* 2010; 39(4): 444-453.
- 68 Fitzpatrick N, Solano MA: Predictive Variables for Complications after TPLO with Stifle Inspection by Arthrotomy in 1000 Consecutive Dogs. *Vet Surg* 2010; 39(4): 460-474.
- 69 Flesher K, Beale BS, Hudson CC: Technique and Outcome of a Modified Tibial Plateau Levelling Osteotomy for Treatment of Concurrent Medial Patellar Luxation and Cranial Cruciate Ligament Rupture in 76 Stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2019; 32(01): 26-32.
- 70 Flo GL: Classifications of meniscal lesions in 26 consecutive canine meniscectomies. *J Am Anim Hosp Assoc* 1983; 19(3): 335-340.

- <sup>71</sup> Flo GL, Deyoung D: Meniscal injuries and medial meniscectomy in the canine stifle. *J Am Anim Hosp Assoc* 1978; 14(6): 683-689.
- <sup>72</sup> Fox EA, Dycus DL, Leasure CS, Fox HA, Canapp SO: Average Tibial Plateau Angle of 3,922 Stifles Undergoing Surgical Stabilization for Cranial Cruciate Ligament Rupture. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2018; 31(S02): A1-A25.
- <sup>73</sup> Franklin S, Cook JL, Pozzi A: Surgical Treatment of Concurrent Meniscal Injury. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 295-300.
- <sup>74</sup> Franklin S, Gilley RS, Palmer RH: Meniscal injury in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Compend Contin Educ Vet* 2010; 32(10): E1-E11.
- <sup>75</sup> Franklin SP, Cook JL: Prospective trial of autologous conditioned plasma versus hyaluronan plus corticosteroid for elbow osteoarthritis in dogs. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne* 2013; 54(9): 881-884.
- <sup>76</sup> Frederick SW, Cross AR: Modified cranial closing wedge osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament insufficiency in dogs with excessive tibial plateau angles: Technique and complications in 19 cases. *Vet Surg* 2017; 46(3): 403-411.
- <sup>77</sup> Galway HR, MacIntosh DL: The lateral pivot shift: a symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res* 1980; (147): 45-50.
- <sup>78</sup> Gatineau M, Dupuis J, Planté J, Moreau M: Retrospective study of 476 tibial plateau levelling osteotomy procedures. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2011; 24(5): 333-341.
- <sup>79</sup> Geyer H: Die Behandlung der Kreuzbandrisse beim Hund: vergleichende Untersuchungen. Doctoral Thesis: Universität Zürich, 1966.
- <sup>80</sup> Gibbons SE, Macias C, Tonzing MA, Pinchbeck GL, McKee WM: Patellar luxation in 70 large breed dogs. *J Small Anim Pract* 2006; 47(1): 3-9.
- <sup>81</sup> Gordon-Evans WJ, Griffon DJ, Bubbs C, Knap KM, Sullivan M, Evans RB: Comparison of lateral fabellar suture and tibial plateau leveling osteotomy techniques for treatment of dogs with cranial cruciate ligament disease. *J Am Vet Med Assoc* 2013; 243(5): 675-680.
- <sup>82</sup> Greis PE, Bardana DD, Holmstrom MC, Burks RT: Meniscal Injury: I. Basic Science and Evaluation. *JAAOS - Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 2002; 10(3): 168-176.
- <sup>83</sup> Griffon DJ: A Review of the Pathogenesis of Canine Cranial Cruciate Ligament Disease as a Basis for Future Preventive Strategies. *Vet Surg* 2010; 39(4): 399-409.
- <sup>84</sup> Guerrero TG, Geyer H, Hässig M, Montavon PM: Effect of conformation of the distal portion of the femur and proximal portion of the tibia on the pathogenesis of cranial cruciate ligament disease in dogs. *Am J Vet Res* 2007; 68(12): 1332-1337.
- <sup>85</sup> Hamilton K, Tarlton J, Parsons K, Toscano M, Burton N: Effect of Osteotomy Position and Tibial Plateau Rotation on the Tensile Force Required for Failure of the Canine Quadriceps Mechanism. *Vet Surg* 2015; 44(6): 763-771.
- <sup>86</sup> Hayashi K, Frank JD, Dubinsky C, Hao Z, Markel MD, Manley PA, et al.: Histologic changes in ruptured canine cranial cruciate ligament. *Vet Surg* 2003; 32(3): 269-277.
- <sup>87</sup> Hayashi K, Manley P, Muir P: Cranial cruciate ligament pathophysiology in dogs with cruciate disease: a review. *J Am Anim Hosp Assoc* 2004; 40(5): 385-390.
- <sup>88</sup> Haynes KH, Biskup J, Freeman A, Conzemius MG: Effect of Tibial Plateau Angle on Cranial Cruciate Ligament Strain: An Ex Vivo Study in the Dog. *Vet Surg* 2014; 44(1): 46-49.
- <sup>89</sup> Heffron LE, Campbell JR: Morphology, histology and functional anatomy of the canine cranial cruciate ligament. *Vet Rec* 1978; 102(13): 280-283.
- <sup>90</sup> Henrotin Y, Lambert C, Couchourel D, Ripoll C, Chiotelli E: Nutraceuticals: do they represent a new era in the management of osteoarthritis? – a narrative review from the lessons taken with five products. *Osteoarthritis Cartilage* 2011; 19(1): 1-21.
- <sup>91</sup> Hill CM, Conzemius MG, Smith GK, McManus PM, Maloney D: Bacterial Culture of the Canine Stifle Joint following Surgical Repair of Ruptured Cranial Cruciate Ligament. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1999; 12(01): 01-05.
- <sup>92</sup> Hoelzler MG, Millis DL, Francis DA, Weigel JP: Results of Arthroscopic Versus Open Arthrotomy for Surgical Management of Cranial Cruciate Ligament Deficiency in Dogs. *Vet Surg* 2004; 33(2): 146-153.
- <sup>93</sup> Hoffmann DE, Miller JM, Ober CP, Lanz OI, Martin RA, Shires PK: Tibial tuberosity advancement in 65 canine stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006; 19(4): 219-227.
- <sup>94</sup> Hulse D, Beale B, Kerwin S: Second Look Arthroscopic Findings after Tibial Plateau Leveling Osteotomy. *Vet Surg* 2010; 39(3): 350-354.
- <sup>95</sup> Inauen R, Koch D, Bass M, Hässig M: Tibial tuberosity conformation as a risk factor for cranial cruciate ligament ruptures in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008; 22(1): 16-20.
- <sup>96</sup> Jandi AS, Schulman AJ: Incidence of Motion Loss of the Stifle Joint in Dogs with Naturally Occurring Cranial Cruciate Ligament Rupture Surgically Treated with Tibial Plateau Leveling Osteotomy: Longitudinal Clinical Study of 412 Cases. *Vet Surg* 2007; 36(2): 114-121.
- <sup>97</sup> Janovec J, Kyllar M, Midgley D, Owen M: Conformation of the proximal tibia and cranial cruciate ligament disease in small breed dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2017; 30(3): 178-183.
- <sup>98</sup> Johnson JA, Austin C, Breur GJ: Incidence of canine appendicular musculoskeletal disorders in 16 veterinary teaching hospitals from 1980 through 1989. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1994; 7(2): 56-69.
- <sup>99</sup> Johnston SA, Budsberg SC: Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs and Corticosteroids for The Management of Canine Osteoarthritis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1997; 27(4): 841-862.
- <sup>100</sup> Johnston SA, McLaughlin RM, Budsberg SC: Nonsurgical Management of Osteoarthritis in Dogs. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2008; 38(6): 1449-1470.
- <sup>101</sup> Kalfs S, Meachem S, Preston C: Incidence of Medial Meniscal Tears after Arthroscopic Assisted Tibial Plateau Leveling Osteotomy. *Vet Surg* 2011; 40(8): 952-956.
- <sup>102</sup> Kealy RD, Lawler DF, Ballam JM, Lust G, Biery DN, Smith GK, et al.: Evaluation of the effect of limited food consumption on radiographic evidence of osteoarthritis in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2000; 217(11): 1678-1680.
- <sup>103</sup> Kim SE, Lewis DD, Pozzi A: Effect of Tibial Plateau Leveling Osteotomy on Femorotibial Subluxation: In Vivo Analysis during Standing. *Vet Surg* 2012; 41(4): 465-470.
- <sup>104</sup> Kim SE, Lewis DD, Pozzi A, Seibert RL, Winter MD: Radiographic quantitative assessment of cranial tibial subluxation before and after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *Am J Vet Res* 2011; 72(3): 410-416.

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi



Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

- 105 Kim SE, Pozzi A, Banks S, Conrad BP, Lewis DD: Effect of Tibial Tuberosity Advancement on Femorotibial Contact Mechanics and Stifle Kinematics. *Vet Surg* 2009; 38(1): 33-39.
- 106 Kim SE, Pozzi A, Kowaleski MP, Lewis DD: Tibial Osteotomies for Cranial Cruciate Ligament Insufficiency in Dogs. *Vet Surg* 2008; 37(2): 111-125.
- 107 Kipfer NM, Tepic S, Damur DM, Guerrero T, Hässig M, Montavon PM: Effect of tibial tuberosity advancement on femorotibial shear in cranial cruciate-deficient stifles. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008; 21(05): 385-390.
- 108 Kishi EN, Hulse D: Owner Evaluation of a CORA-Based Leveling Osteotomy for Treatment of Cranial Cruciate Ligament Injury in Dogs. *Vet Surg* 2016; 45(4): 507-514.
- 109 Knight RC, Thomson DG, Danielski A: Surgical management of pivot-shift phenomenon in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 2017; 250(6): 676-680.
- 110 Korvick DL, Pijanowski GJ, Schaeffer DJ: Three-dimensional kinematics of the intact and cranial cruciate ligament-deficient stifle of dogs. *J Biomech* 1994; 27(1): 77-87.
- 111 Kowaleski MP: Clinical exam tips for the stifle: how to improve your accuracy, Proceedings, NAVC Conference. Orlando, US, 18. - 22. 1., 2014.
- 112 Kowaleski MP, Boudrieau RJ, Pozzi A: Stifle Joint. In: Tobias KM, Johnston SA (eds.), *Veterinary Surgery: Small Animal*. 2nd ed. Elsevier, Philadelphia, US, 2017: 1071-1168.
- 113 Krier EM, Johnson TA, Breitenreicher AH, Peycke LE, Hulse DA: Articular cartilage lesions associated with complete lateral meniscal tears in the dog. *Vet Surg* 2018; 47(7): 958-962.
- 114 Krotscheck U, Nelson SA, Todhunter RJ, Stone M, Zhang Z: Long Term Functional Outcome of Tibial Tuberosity Advancement vs. Tibial Plateau Leveling Osteotomy and Extracapsular Repair in a Heterogeneous Population of Dogs. *Vet Surg* 2016; 45(2): 261-268.
- 115 Lafaver S, Miller NA, Stubbs WP, Taylor RA, Boudrieau RJ: Tibial Tuberosity Advancement for Stabilization of the Canine Cranial Cruciate Ligament-Deficient Stifle Joint: Surgical Technique, Early Results, and Complications in 101 Dogs. *Vet Surg* 2007; 36(6): 573-586.
- 116 Laing EJ: Collateral Ligament Injury and Stifle Luxation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1993; 23(4): 845-853.
- 117 Langenbach A, Marcellin-Little DJ: Management of concurrent patellar luxation and cranial cruciate ligament rupture using modified tibial plateau levelling. *J Small Anim Pract* 2010; 51(2): 97-103.
- 118 Langenbach A, Marcellin-Little DJ: Surgical Management of Cruciate Ligament Rupture Combined with Patella Luxation. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 261-269.
- 119 Langley-Hobbs SJ: Lateral meniscal tears and stifle osteochondrosis in three dogs. *Vet Rec* 2001; 149(19): 592-594.
- 120 Lascelles BDX, Gaynor JS, Smith ES, Roe SC, Marcellin-Little DJ, Davidson G, et al.: Amantadine in a Multimodal Analgesic Regimen for Alleviation of Refractory Osteoarthritis Pain in Dogs. *J Vet Intern Med* 2008; 22(1): 53-59.
- 121 Lazar TP, Berry CR, Dehaan JJ, Peck JN, Correa M: Long-Term Radiographic Comparison of Tibial Plateau Leveling Osteotomy Versus Extracapsular Stabilization for Cranial Cruciate Ligament Rupture in the Dog. *Vet Surg* 2005; 34(2): 133-141.
- 122 Limbird TJ, Shiavi R, Frazer M, Borra H: EMG profiles of knee joint musculature during walking: Changes induced by anterior cruciate ligament deficiency. *J Orthop Res* 1988; 6(5): 630-638.
- 123 Luther JK, Cook CR, Cook JL: Meniscal Release in Cruciate Ligament Intact Stifles Causes Lameness and Medial Compartment Cartilage Pathology in Dogs 12 Weeks Postoperatively. *Vet Surg* 2009; 38(4): 520-529.
- 124 MacDonald TL, Allen DA, Monteith GJ: Clinical assessment following tibial tuberosity advancement in 28 stifles at 6 months and 1 year after surgery. *Can Vet J* 2013; 54(3): 249-254.
- 125 Malek S, Sample SJ, Schwartz Z, Nemke B, Jacobson PB, Cozzi EM, et al.: Effect of analgesic therapy on clinical outcome measures in a randomized controlled trial using client-owned dogs with hip osteoarthritis. *BMC Vet Res* 2012; 8(1): 185-185.
- 126 Marcellin-Little DJ, Arnoldy CJ: Rehabilitation for dogs with cruciate ligament rupture. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 343-351.
- 127 Marshall JL, Olsson S-E: Instability of the Knee: A Long-term Experimental Study in Dogs. *J Bone Joint Surg Am* 1971; 53(8): 1561-1570.
- 128 Marsolais GS, Dvorak G, Conzemius MG: Effects of post-operative rehabilitation on limb function after cranial cruciate ligament repair in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2002; 220(9): 1325-1330.
- 129 Monahan JJ, Grigg P, Pappas AM, Leclair WJ, Marks T, Fowler DP, et al.: In vivo strain patterns in the four major canine knee ligaments. *J Orthop Res* 1984; 2(4): 408-418.
- 130 Monk ML, Preston CA, McGowan CM: Effects of early intensive postoperative physiotherapy on limb function after tibial plateau leveling osteotomy in dogs with deficiency of the cranial cruciate ligament. *Am J Vet Res* 2006; 67(3): 529-536.
- 131 Montavon P, Damur D, Tepic S: Advancement of the tibial tuberosity for the treatment of cranial cruciate deficient canine stifle. , Proceedings, ESVOT/VOS: 1st World Veterinary Orthopaedic Congress., Munich, Germany, 5th-8th September, 2002 .
- 132 Moore EV, Weeren R, Towson MD, Paek M: Extended Long-Term Radiographic Comparison of Tibial Plateau Leveling Osteotomy versus Tibial Tuberosity Advancement for Cranial Cruciate Ligament Rupture in the Dog. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2019; 32(S 04): A3756.
- 133 Moore KW, Read RA: Rupture of cranial cruciate ligament in dogs: part I. *Compend Contin Educ Vet* 1996; 18: 223-234.
- 134 Moreau M, Troncy E: Review of Fortified Foods and Natural Medicinal Products in Companion Animals Afflicted by Naturally Occurring Osteoarthritis. In: Watson RRW, Zibadi S (eds.), *Nutritional Modulators of Pain in the Aging Population*. 1st ed. Academic Press, 2017: 281-291.
- 135 Muir P: History and Clinical Signs of Cruciate Ligament Rupture. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 115-118.

- <sup>136</sup> Muir P, Danova NA, Argyle DJ, Manley PA, Hao Z: Collagenolytic Protease Expression in Cranial Cruciate Ligament and Stifle Synovial Fluid in Dogs with Cranial Cruciate Ligament Rupture. *Vet Surg* 2005; 34(5): 482-490.
- <sup>137</sup> Muir P, Hans EC, Racette M, Volstad N, Sample SJ, Heaton C, et al.: Autologous Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells Modulate Molecular Markers of Inflammation in Dogs with Cruciate Ligament Rupture. *PLoS One* 2016; 11(8): e0159095.
- <sup>138</sup> Muir P, Schaefer SL, Manley PA, Svaren JP, Oldenhoff WE, Hao Z: Expression of immune response genes in the stifle joint of dogs with oligoarthritis and degenerative cranial cruciate ligament rupture. *Vet Immunol Immunopathol* 2007; 119(3-4): 214-221.
- <sup>139</sup> Muir P, Schwartz Z, Malek S, Kreines A, Cabrera SY, Buote NJ, et al.: Contralateral cruciate survival in dogs with unilateral non-contact cranial cruciate ligament rupture. *PLoS One* 2011; 6(10): e25331.
- <sup>140</sup> Murphy DJ, Todhunter RJ, Fubini SL, Vernier-Singer M, Straubinger RK, Lust G: The Effects of Methylprednisolone on Normal and Monocyte-Conditioned Medium-Treated Articular Cartilage From Dogs and Horses. *Vet Surg* 2000; 29(6): 546-557.
- <sup>141</sup> Nelson SA, Krotscheck U, Rawlinson J, Todhunter RJ, Zhang Z, Mohammed H: Long-Term Functional Outcome of Tibial Plateau Leveling Osteotomy Versus Extracapsular Repair in a Heterogeneous Population of Dogs. *Vet Surg* 2013; 42(1): 38-50.
- <sup>142</sup> Newman M, Bertollo N, Walsh W, Voss K: Tibial tuberosity transposition-advancement for lateralization of the tibial tuberosity: An ex vivo canine study. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2014; 27(4): 271-276.
- <sup>143</sup> Nielsen ALJ, Janss LLG, Knol BW: Heritability estimations for diseases, coat color, body weight, and height in a birth cohort of Boxers. *Am J Vet Res* 2001; 62(8): 1198-1206.
- <sup>144</sup> Pacchiana PD, Morris E, Gillings SL, Jessen CR, Lipowitz AJ: Surgical and postoperative complications associated with tibial plateau leveling osteotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture: 397 cases (1998-2001). *J Am Vet Med Assoc* 2003; 222(2): 184-193.
- <sup>145</sup> Patsaama S: Ligamentous Injuries in the canine stifle joint: A clinical and experimental study. Thesis: Royal Veterinary College, Helsinki Finland, 1952.
- <sup>146</sup> Petazzoni M: TPLO in the small dog: 18 cases, Proceedings, 12th ESVOT Congress. Munich, 10.-12.9.2004, 2004.
- <sup>147</sup> Plesman R, Gilbert P, Campbell J: Detection of meniscal tears by arthroscopy and arthrotomy in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2013; 26(01): 42-46.
- <sup>148</sup> Pond MJ, Campbell JR: The canine stifle joint I. Rupture of the anterior cruciate ligament. *J Small Anim Pract* 1972; 13(1): 1-10.
- <sup>149</sup> Pozzi A: The Combined Benefits of Dynamic and Static Stifle Stabilization, Proceedings, ACVS Surgery Summit 2017 Indianapolis, US, 12th - 14th of October, 2017.
- <sup>150</sup> Pozzi A: TPLO, InternalBrace™ Ligament Augmentation: Clinical Experience. Arthrex Vetsystems: <https://www.arthrexvetsystems.com/resources/presentation/O-LTgIFuZEOfdAFehbB6g/tplo-internal-brace-ligament-augmentation-clinical-experience> (accessed 02.11.2018).
- <sup>151</sup> Pozzi A, Cook JL: Meniscal Release. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 301-306.
- <sup>152</sup> Pozzi A, Hildreth BE, Pajala-Schultz PJ: Comparison of Arthroscopy and Arthrotomy for Diagnosis of Medial Meniscal Pathology: An Ex Vivo Study. *Vet Surg* 2008; 37(8): 749-755.
- <sup>153</sup> Pozzi A, Kim SE, Lewis DD: Effect of Transection of the Caudal Menisco-Tibial Ligament on Medial Femorotibial Contact Mechanics. *Vet Surg* 2010; 39(4): 489-495.
- <sup>154</sup> Pozzi A, Kowaleski MP, Apelt D, Meadows C, Andrews CM, Johnson KA: Effect of Medial Meniscal Release on Tibial Translation After Tibial Plateau Leveling Osteotomy. *Vet Surg* 2006; 35(5): 486-494.
- <sup>155</sup> Pozzi A, Litsky AS, Field J, Apelt D, Meadows C, Johnson KA: Pressure distributions on the medial tibial plateau after medial meniscal surgery and tibial plateau levelling osteotomy in dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008; 21(1): 8-14.
- <sup>156</sup> Pozzi A, Tonks CA, Ling HY: Femorotibial Contact Mechanics and Meniscal Strain after Serial Meniscectomy. *Vet Surg* 2010; 39(4): 482-488.
- <sup>157</sup> Priddy NH, Tomlinson JL, Dodam JR, Hornbostel JE: Complications with and owner assessment of the outcome of tibial plateau leveling osteotomy for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs: 193 cases (1997-2001). *J Am Vet Med Assoc* 2003; 222(12): 1726-1732.
- <sup>158</sup> Ralphs SC, Whitney WO: Arthroscopic evaluation of menisci in dogs with cranial cruciate ligament injuries: 100 cases (1999-2000). *J Am Vet Med Assoc* 2002; 221(11): 1601-1604.
- <sup>159</sup> Reinke JD: Cruciate ligament avulsion injury in the dog. *J Am Anim Hosp Assoc* 1982; 18: 257-264.
- <sup>160</sup> Ridge PA, Cook JL: Stifle stabilisation in dogs without meniscal exam: A counterpoint argument. *J Small Anim Pract* 2018; 59(7): 448-449.
- <sup>161</sup> Ritzo ME, Ritzo BA, Siddens AD, Summerlott S, Cook JL: Incidence and Type of Meniscal Injury and Associated Long-Term Clinical Outcomes in Dogs Treated Surgically for Cranial Cruciate Ligament Disease. *Vet Surg* 2014; 43(8): 952-958.
- <sup>162</sup> Robinson DA, Mason DR, Evans R, Conzemius MG: The Effect of Tibial Plateau Angle on Ground Reaction Forces 4-17 Months After Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Labrador Retrievers. *Vet Surg* 2006; 35(3): 294-299.
- <sup>163</sup> Romano LS, Cook JL: Safety and functional outcomes associated with short-term rehabilitation therapy in the post-operative management of tibial plateau leveling osteotomy. *Canadian veterinary journal* 2015; 56(9): 942-946.
- <sup>164</sup> Roush JK: Canine Patellar Luxation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1993; 23(4): 855-868.
- <sup>165</sup> Scavelli TD, Schrader SC, Matthiesen DT, Skorup DE: Partial rupture of the cranial cruciate ligament of the stifle in dogs: 25 cases (1982-1988). *J Am Vet Med Assoc* 1990; 196(7): 1135-1138.
- <sup>166</sup> Schaible M, Shani J, Caceres A, Payton M, Segev Y, Ben-Amotz R: Combined tibial plateau levelling osteotomy and lateral fabellotibial suture for cranial cruciate ligament rupture with severe rotational instability in dogs. *J Small Anim Pract* 2017; 58(4): 219-226.

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

Ein neuer Ansatz für die Therapieauswahl bei Hunden mit Kreuzbanderkrankung: Patientenspezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell, A. Pozzi

- 167 Schwede M, Rey J, Böttcher P: In vivo fluoroscopic kinematography of cranio-caudal stifle stability after tibial tuberosity advancement (TTA): a retrospective case series of 10 stifles. *Open Vet J* 2018; 8(3): 295-304.
- 168 Sherman SL, Khazai RS, James CH, Stoker AM, Flood DL, Cook JL: In Vitro Toxicity of Local Anesthetics and Corticosteroids on Chondrocyte and Synoviocyte Viability and Metabolism. *CARTILAGE* 2015; 6(4): 233-240.
- 169 Shiavi R, Limbird T, Borra H, Edmondstone MA: Electromyography profiles of knee joint musculature during pivoting: Changes induced by anterior cruciate ligament deficiency. *J Electromyogr Kinesiol* 1991; 1(1): 49-57.
- 170 Skinner OT, Kim SE, Lewis DD, Pozzi A: In vivo femorotibial subluxation during weight-bearing and clinical outcome following tibial tuberosity advancement for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Vet J* 2013; 196(1): 86-91.
- 171 Skytte D, Schmökel H, Miles J: Partial rupture of the cranial cruciate ligament treated with tibial tuberosity advancement without debridement of the remaining ligament: A clinical study of 18 cases. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2014; 156(9): 447-449.
- 172 Slocum B, Devine T: Meniscal Release. In: Bojrab MJ (ed.), *Current Techniques in Small Animal Surgery*. 4th Edition ed. Lea & Febinger, Philadelphia, 1998: 1197-1199
- 173 Slocum B, Devine T: Cranial tibial thrust: a primary force in the canine stifle. *J Am Vet Med Assoc* 1983; 183(4): 456-459.
- 174 Slocum B, Slocum TD: Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Repair of Cranial Cruciate Ligament Rupture in the Canine. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1993; 23(4): 777-795.
- 175 Slocum B, Slocum TD: Tibial plateau leveling osteotomy for cranial cruciate ligament. In: Bojrab MJ (ed.), *Current Techniques in Small Animal Surgery*. 4 ed. Williams & Wilkins, Baltimore, 1998: 1209-1215.
- 176 Spreng DE: Cranial Cruciate Ligament Debridement. In: Muir P (ed.), *Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament*. 2nd Edition ed. Wiley Blackwell, Hoboken, US, 2018: 291-294.
- 177 Stauffer KD, Tuttle TA, Elkins AD, Wehrenberg AP, Character BJ: Complications Associated With 696 Tibial Plateau Leveling Osteotomies (2001-2003). *J Am Anim Hosp Assoc* 2006; 42(1): 44-50.
- 178 Stein S, Schmoekel H: Short-term and eight to 12 months results of a tibial tuberosity advancement as treatment of canine cranial cruciate ligament damage. *J Small Anim Pract* 2008; 49(8): 398-404.
- 179 Swiderski JK, Palmer RH: Long-term outcome of distal femoral osteotomy for treatment of combined distal femoral varus and medial patellar luxation: 12 cases (1999-2004). *J Am Vet Med Assoc* 2007; 231(7): 1070-1075.
- 180 Talaat MB, Kowaleski MP, Boudrieau RJ: Combination Tibial Plateau Leveling Osteotomy and Cranial Closing Wedge Osteotomy of the Tibia for the Treatment of Cranial Cruciate Ligament-Deficient Stifles with Excessive Tibial Plateau Angle. *Vet Surg* 2006; 35(8): 729-739.
- 181 Tashman S, Anderst W, Kolowich P, Havstad S, Arnoczky S: Kinematics of the ACL-deficient canine knee during gait: Serial changes over two years. *J Orthop Res* 2004; 22(5): 931-941.
- 182 Taylor-Brown FE, Meeson RL, Brodbelt DC, Church DB, McGreevy PD, Thomson PC, et al.: Epidemiology of cranial cruciate ligament disease diagnosis in dogs attending primary-care veterinary practices in England. *Vet Surg* 2015; 44(6): 777-783.
- 183 Tepic S, Damur D, Montavon P: Biomechanics of the stifle, Proceedings, ESVOT-VOS: 1st World Veterinary Orthopaedic Congress. . Munich, Germany, 5th-8th September 2002.
- 184 Thieman KM, Pozzi A, Ling H-Y, Lewis D: Comparison of Contact Mechanics of Three Meniscal Repair Techniques and Partial Meniscectomy in Cadaveric Dog Stifles. *Vet Surg* 2010; 39(3): 355-362.
- 185 Thieman KM, Pozzi A, Ling HY, Lewis DD, Horodyski M: Contact Mechanics of Simulated Meniscal Tears in Cadaveric Canine Stifles. *Vet Surg* 2009; 38(7): 803-810.
- 186 Thiemann KM, Tomlinson JL, Fox DB, Cook C, Cook JL: Effect of Meniscal Release on Rate of Subsequent Meniscal Tears and Owner-Assessed Outcome in Dogs with Cruciate Disease Treated with Tibial Plateau Leveling Osteotomy. *Vet Surg* 2006; 35(8): 705-710.
- 187 Tinga S, Kim SE: Extracapsular Stabilization. In: Muir P (ed.). Second Edi ed. Wiley Blackwell, Hoboken, NJ, 2018: 189-199.
- 188 Tinga S, Kim SE, Banks SA, Jones SC, Park BH, Pozzi A, et al.: Femorotibial kinematics in dogs with cranial cruciate ligament insufficiency: A three-dimensional in-vivo fluoroscopic analysis during walking. *BMC Vet Res* 2018; 14(1): 12-14.
- 189 Tivers M, Commerford E, Owen M: Does a fabella-tibial suture alter the outcome for dogs with cranial cruciate ligament insufficiency undergoing arthrotomy and caudal pole medial meniscectomy? *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; 22(4): 283-288.
- 190 Vasseur PB: Clinical Results Following Nonoperative Management for Rupture of the Cranial Cruciate Ligament in Dogs. *Vet Surg* 1984; 13(4): 243-246.
- 191 Vasseur PB, Pool RR, Arnoczky SP, Lau RE: Correlative biomechanical and histologic study of the cranial cruciate ligament in dogs. *Am J Vet Res* 1985; 46(9): 1842-1854.
- 192 Vedrine B, Guillemot A, Fontaine D, Ragetly GR, Etchepareborde S: Comparative anatomy of the proximal tibia in healthy Labrador Retrievers and Yorkshire Terriers. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2013; 26(4): 266-270.
- 193 Vezzoni A: TPLO in small dogs, Proceedings, World Veterinary Orthopedic Congress 2010. Bologna, 15. - 18.9.2010, 2010.
- 194 Vezzoni A: Tibial plateau leveling osteotomy versus tibial tuberosity advancement. The North American Veterinary Conference; Gainesville; 2011: 1063.
- 195 Vezzoni A, Vanelli Bohorquez A, Modenato M, Dziezyc J, Devine Slocum T: Proximal tibial epiphysiodesis to reduce tibial plateau slope in young dogs with cranial cruciate ligament deficient stifle. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008; 21(4): 343-348.
- 196 von Pfeil DJF, Kowaleski MP, Glassman M, Dejardin LM: Results of a survey of Veterinary Orthopedic Society members on the preferred method for treating cranial cruciate ligament rupture in dogs weighing more than 15 kilograms (33 pounds). *J Am Vet Med Assoc* 2018; 253(5): 586-597.

- <sup>197</sup> Voss K, Damur D, Guerrero T, Haessig M, Montavon P: Force plate gait analysis to assess limb function after tibial tuberosity advancement in dogs with cranial cruciate ligament disease. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008; 21(03): 243-249.
- <sup>198</sup> Warzee CC, Dejardin LMLM, Arnoczky SP, Perry RL: Effect of tibial plateau leveling on cranial and caudal tibial thrusts in canine cranial cruciate -deficient stifles: An in vitro experimental study. *Vet Surg* 2001; 30(3): 278-286.
- <sup>199</sup> Whitehair JG, Vasseur PB, Willits NH: Epidemiology of cranial cruciate ligament rupture in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1993; 203(7): 1016-1019.
- <sup>200</sup> Whitney WO: Arthroscopically assisted surgery of the stifle joint. In: Beale BS, Hulse DA, Schulz KS, Whitney WO (eds.), *Small Animal Arthroscopy*. Saunders, Philadelphia, US, 2003: 116-157.
- <sup>201</sup> Wilke VL, Conzemius MG, Kinghorn BP, Macrossan PE, Cai W, Rothschild MF: Inheritance of rupture of the cranial cruciate ligament in Newfoundlands. *J Am Vet Med Assoc* 2006; 228(1): 61-64.
- <sup>202</sup> Willauer CC, Vasseur PB: Clinical Results of Surgical Correction of Medial Luxation of the Patella in Dogs. *Vet Surg* 1987; 16(1): 31-36.
- <sup>203</sup> Williams RA: Isolated lateral meniscus tear in a boxer. *Vet Rec* 2010; 167(11): 419-420.
- <sup>204</sup> Witsberger TH, Villamil AJ, Schultz LG, Hahn AW, Cook JL: Prevalence of and Risk Factors for Hip Dysplasia and Cranial Cruciate Ligament Deficiency in Dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2008; 232(12): 1818-1824.
- <sup>205</sup> Witte PG, Scott HW: Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Small Breed Dogs With High Tibial Plateau Angles Using a 4-Hole 1.9/2.5 mm Locking T-Plate. *Vet Surg* 2014; 43(5): 549-557.
- <sup>206</sup> Wucherer KL, Conzemius MG, Evans R, Wilke VL: Short-term and long-term outcomes for overweight dogs with cranial cruciate ligament rupture treated surgically or nonsurgically. *J Am Vet Med Assoc* 2013; 242(10): 1364-1372.
- <sup>207</sup> Yeadon R, Fitzpatrick N, Kowaleski MP: Tibial tuberosity transposition-advancement for treatment of medial patellar luxation and concomitant cranial cruciate ligament disease in the dog. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2010; 24(1): 18-26.
- <sup>208</sup> Zahm H: Die Ligamenta decussata im gesunden und arthrotischen Kniegelenk des Hundes. *Kleintierpraxis* 1965; 10: 38-47.

## Korrespondenz

Antonio Pozzi  
Klinik für Kleintierchirurgie, Vetsuisse Fakultät  
Universität Zürich  
Winterthurerstrasse 260  
CH-8057 Zürich  
Schweiz  
Telefon: 044 635 84 37  
E-Mail: apozzi@vetclinics.uzh.ch

Ein neuer Ansatz für die  
Therapieauswahl bei  
Hunden mit Kreuzband-  
erkrankung: Patienten-  
spezifische Behandlungsempfehlungen

M. Lampart, S. Knell,  
A. Pozzi